
3 3433 06639853 2

...weisung

...u n st,

...und Ausführung der
...asserbaue

...lwein,
...er-Bau-Rathe.

...ft.

Futtermauern.

...rtafeln.

1820.
...gt bei G. Reimer.

Praktische Anweisung

zur

Wasserbaukunst,

welche

eine Anleitung zur Entwerfung, Veranschlagung und Ausführung der am gewöhnlichsten vorkommenden Wasserbaue

enthält.



Herausgegeben

von

Johann Albert Eytelwein,
Königlich Preußischen geheimen Ober-Bau-Rathe.

Drittes Heft.

Von den Bollwerken und Futtermauern.

Mit 8 Kupfertafeln.

Berlin, 1820.
Gedruckt und verlegt bei G. Reimer.

Inhalt des dritten Hefts.

Sechster Abschnitt.

Vom Bau der Erdbekleidungen.

Vom Bau der Futtermauern.

Anhang zum sechsten Abschnitt.

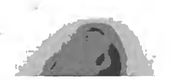
Vorrede.

Die beiden ersten Hefte dieser praktischen Anleitung zur Wasserbaukunst, welche von dem Herrn Geheimen Ober-Bau-Rath Gilly und mir gemeinschaftlich herausgegeben sind, würden noch ferner ein gemeinschaftliches Werk geblieben seyn, wenn nicht die Herausgabe einer andern für die Architektur eben so wichtigen Schrift, die Fortsetzung der Sammlung von Aufsätzen und Nachrichten die Baukunst betreffend, meinen hochgeschätzten Herrn Collegen an der fernern Theilnahme verhindert hätten. Ich übernahm daher nach Beendigung des zweiten Hefts, zu welchem die gemeinschaftlichen Materialien zureichten, die mir überlassene Fortsetzung und alleinige Bearbeitung des ganzen Werks, so daß nur das bisher erschienene erste und zweite Heft, als eine gemeinschaftliche Arbeit angesehen werden kann. In Absicht dieses dritten Hefts muß ich nur noch bemerken, daß es mir bei der Ausarbeitung desselben

selben bequemer und nützlicher geschienen hat, wenn diejenigen Gegenstände, welche eine etwas umständliche mathematische Auseinandersetzung erfordern, als ein besonderer Anhang einem jeden Hefte beigefügt werden. Auch wird es keiner Entschuldigung bedürfen, daß ich die Lehre von den Bollwerken und Futtermauern in diesem Hefte etwas umständlich auseinander gesetzt habe, weil die Anleitung zum Bau der Kammer- und Flügelwände bei den Schleusen größtentheils hiemit übereinkommt, so daß in demjenigen Hefte, welches die Anweisung zum Bau der Schleusen enthalten soll, mehr Raum für die übrigen wichtigen Theile dieser Gebäude gewonnen wird.

Berlin im May 1805.

J. A. E.



Praktische Anweisung

zur

Wasserbaukunst.

Drittes Heft.

Sechster Abschnitt.

Vom Bau der Erdbekleidungen.

§. 100.

Damit bei Erderhöhungen, durch den Regen oder das am Fuß der Erhöhung befindliche Wasser die Erde nicht abgespült werde, oder auch um das Abschießen derselben, welches aus ihrem Gewicht entsteht, zu verhindern, theils auch um eine sichere und bequeme Passage längs dem Ufer an einem Gewässer zu erhalten, bedient man sich einer **Erdbekleidung**, (Tectorium, *Revêtement*) die gewöhnlich von Rasen, Holzwerk oder Steinen verfertigt wird.

Von den Erdbekleidungen sind die beim Strombau üblichen Uferbefestigungen oder Deckwerke zu unterscheiden, welche zur Verhütung des Abbruchs an den Stromufern von Faschinen angelegt werden und nur etwa einen Fuß über das Mittelwasser hervorragen, wogegen die Erdbekleidungen auf jede erforderliche Höhe über den Wasserspiegel erbaut werden können, welches deshalb mit Faschinenwerken nicht statthaft ist, weil die Reiser über dem Wasser vertrocknen. Vorzüglich erhalten die Stromufer in den Städten oder die Ufer der Kanäle in der Nähe von Gebäuden, die Kammerwände der Schleusen und die Seitenflügel bei Schleusen, Brücken und Ueberfällen, dergleichen Erdbekleidungen.

Wenn man die Wahl hat und der Erdeinfassung eine hinlängliche Abdachung oder Böschung geben kann, so sind die Erdeinfassungen mit Rasen die vortheilhaftesten, weil sie dauerhaft sind und die wenigsten Bau- und Unterhaltungskosten verursachen. Die Erdbekleidungen von Holz oder Steinen, welche auch **Kajen, Schälungen, Vorsetzen** genannt werden, sind kostbarer als die Einfassung mit Rasen, sie können aber ganz steil erbaut werden und müssen

deshalb, wenn der Raum zur Böschung fehlt, den Rasenbekleidungen vorgezogen werden.

Die hölzernen Erdeinfassungen, welche aus eingerammten und mit Bohlen bekleideten Pfählen bestehen, und unter dem Namen der Bollwerke vorkommen, sind ungeachtet ihres häufigen Gebrauchs, die schlechtesten Einfassungen, die es in Absicht der Dauer geben kann, weil sie gewöhnlich alle 15 bis 20 Jahre neu erbaut werden müssen und außerdem beträchtliche Reparaturen verursachen. Nur der Ueberfluß an Holz oder der Mangel an Baufond, kann die Anlage der Bollwerke entschuldigen. Auf alle Fälle ist es zweckmäßiger eine steinerne Erdbekleidung oder Futtermauer, Schälungsmauer (*Quai*), anzulegen; denn wenn solche gleich anfänglich größere Ausgaben als die Bollwerke verursacht, so ist doch in Absicht ihrer Dauer der Vortheil gegen die Bollwerke überwiegend.

Von den Rasenbekleidungen.

§. 101.

Locker aufgeschüttete Erde pflegt gewöhnlich eine solche Abdachung oder Böschung (*Declivitas*, *Talut*) anzunehmen, daß sie unter einem Winkel von 45 Grad gegen den Horizont liegen bleibt; ist sie mit vielem Sande vermischt, so wird die Böschung größer oder der Böschungswinkel kleiner. Man pflegt zur Bestimmung der Böschung, wenn solches nicht durch den Böschungswinkel geschiehet, das Verhältniß der Ausladung zur Höhe anzugeben, wobei die Höhe als Einheit angenommen wird. Es sei Fig. 1. AB die Böschung, AC die Höhe und BC die Ausladung, welche $1\frac{1}{2}$ mahl so groß als die Höhe ist, so sagt man, daß AB eine anderthalbfüßige Böschung ist, weil auf jeder Fußhöhe $1\frac{1}{2}$ Fuß Ausladung kommt. Wäre die Ausladung der Höhe gleich, so heißt dies eine einfüßige Böschung. Eben so sieht man was unter einer vierzölligen, sechszölligen; zweifüßigen, dreifüßigen rc. Böschung verstanden wird.

Tafel XXIX. Fig. 1.

Festgestampfte Erde erhält zwar einen beträchtlichen Zusammenhang auf ihrer Abdachung, diese hat aber doch nicht Festigkeit genug sich bei starken Regengüssen zu erhalten, wenn nicht dafür gesorgt wird, daß die Böschung begrünt oder mit Gras bewachsen ist, welches dadurch geschehen kann, daß man die Böschung im zeitigen Frühjahre mit Heusaamen besäet. Besser ists, die Böschung mit Rasen zu bekleiden, weil solche dadurch gleich gegen das Auswaschen vom Regen ge-







gesichert wird. Man kann entweder die Rasen wie Mauersteine horizontal aufeinander legen, alsdenn heißen sie Kopfrasen, oder man legt sie wie Fliesen neben einander auf die Erdböschung, in welchem Falle sie Deckrasen genannt werden.

Diese Art die Böschung zu befestigen, kann aber nur über dem Wasser angewandt werden. Unter dem Wasser kann zwar eine hinlängliche Abdachung in vielen Fällen das Ufer erhalten, wenn aber ein starker Stromstrich anfällt, beträchtlicher Wellenschlag oder Eisgang entsteht, so geht die Böschung häufig verloren, und man kann nur die Ufer, so weit sie vom Wasser bespült werden, entweder durch Deckwerke von Faschinen in der erforderlichen Gestalt erhalten, wozu in meiner Anweisung zum Faschinenbau die nöthige Anleitung gegeben ist, oder man muß Futtermauern oder Bollwerke anlegen.

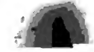
§. 102.

Die Rasen oder Soden, deren man sich zur Bekleidung der Böschungen bedient, werden gewöhnlich 12 Zoll lang, 6 Zoll breit und 3 bis 4 Zoll dick gestochen. Zum Stechen der Rasen bedient man sich gewöhnlicher Spaden mit ebenen Spadeeisen und mit einer Krücke am Stiel, wie Figur 68. d. Damit alle Rasen gleiche Größe erhalten, so wird auf dem grünen Platz, wo man stechen will, eine Schnur angespannt und mit einer Axt eine etwa 3 bis 4 Zoll tiefe Spalte gehauen oder mit dem Spaten gestochen. Zwölf Zoll davon kommt wieder eine neue Spalte mit der vorigen parallel und auf eben die Art mehrere. Nun wird von 6 zu 6 Zoll zwischen zwei Spalten der Rasen ausgestochen und dafür gesorgt, daß die einzelnen Rasen nicht zu lange der Sonnenhitze ausgesetzt sind, sondern bald in Haufen zu 100 Stück neben einander gesetzt werden, so wie man auch, besonders bei sehr trockner Jahrszeit, den Rasen bald verarbeiten muß, weil sonst die Graswurzeln vertrocknen. Man bezahlt für das hundert Rasen vorschriftsmäßig auszustechen und aufzusetzen im Durchschnitt 2 Gr.

Taf. VII. Fig. 68.

§. 103.

Man könnte zwar sehr steile und allenfalls lothrechte Wände mit Kopfrasen aufführen; diese würden aber nur die erste Zeit von Dauer seyn, weil sehr steil aufgeführte Rasenwände selten begrünen, also leicht vertrocknen und vom Regen ausgewaschen werden. Daher gibt man den Rasenbekleidungen wenig-



stens eine einfüßige Böschung, weil der Rasen unter dieser Neigung noch gut auswächst. Im äußersten Fall kann man, bei einer guten Erde, eine dreiviertelfüßige Dossirung annehmen.

Die Bekleidung wird am besten bei feuchter Witterung, oder im Frühjahr oder Herbst ausgeführt. Man ebnet alsdann das Terrain, wo der Fuß der Böschung hinkommen soll, nach der Setzwage, wenn zuvor die Linie fur den Fuß abgepfählt ist. Damit nun bei einer Bekleidung mit Kopfrasen die einzelnen Rasen nach der Länge grade neben einander kommen und gehörig eingezogen werden können, um die vorgeschriebene Böschung zu erhalten, werden alle 5 Ruthen Bestecke oder Profile von graden Latten wie ABC Figur 2. errichtet, welche genau im Lichten die erforderliche Höhe und Böschung angeben und woran man Leinen wagerecht befestigt, welche als Richtschnur zum Setzen der Rasen dienen. Die Schichten müssen so viel wie möglich horizontal gelegt werden, indem man abwechselnd eine Reihe Läufer mit der langen Seite der Rasen nach vorne, und eine Reihe Strecker mit der schmalen Seite des Rasens nach vorne bringt, und darauf sieht, daß unter den auf einander folgenden Schichten ein ordentlicher Verband entstehet, damit nicht zwei Fugen unmittelbar über einander kommen. Die Rasen werden mit dem grünen Theil unterwärts gelegt, weil sie alsdann besser auswachsen, auch pflegt man, wenn eine Schicht durchgelegt ist, so viel Füllerde heran zu schippen und fest zu treten, daß die Füllerde auf einige Fuß breit eben so hoch liegt als die letzte Rasenschicht. Alle 4 bis 5 Schichten pflegt man auch mit einer Handramme, Figur 3., welche aus hartem Holze bestehet, 3 Fuß lang und unten 12 bis 14 Zoll im Geviert stark ist, die Füllerde hinter dem Rasen fest zu rammen, so wie auch bei sehr trockner Witterung, die Rasenschichten zuweilen mit Wasser begossen werden können.

Tafel XXX. Fig. 2.

Fig. 3.

Ist die Rasenböschung profilmäßig fertig und die dahinter befindliche Füllerde fest gerammt, so wird mit einem Planir-Spaden die Böschung geebnet. Diese Planir-Spaden sind von den gewöhnlichen Spaden nur darin verschieden, daß sie einen langen Stiel haben und daß ihr Spadeeisen sehr scharf und eben ist.

§. 104.

Eine Rasenbekleidung, welche nach der hier gegebenen Anweisung verfertigt wird, ist im Durchschnitt 9 Zoll dick, und man rechnet, daß auf jede Quadratruthe 600 Stück 4 Zoll dicke oder 800 Stück 3 Zoll dicke Rasen erfordert werden. Im Durchschnitt kostet die Quadratruthe zu setzen, ohne den Transport der Rasen, 8 Gr.

Um

Um Kosten zu ersparen, läßt man auch wohl die Rasen nicht auf einander packen, sondern bedient sich der Bekleidung mit Deckrasen, indem vorher die Böschung der Füllerde geebnet und die Rasen platt darauf neben einander, wie Fliesen auf einem Fußboden gelegt werden. In diesem Fall muß aber die Böschung wenigstens anderthalbfüßig seyn und dennoch ist es nothwendig, die Rasen mit hölzernen 6 Zoll langen Pflöcken anzunageln. Daß diese Bekleidung mit Deckrasen bei weitem nicht die Dauer der im vorigen §. beschriebenen mit Kopfrasen haben kann, ist einleuchtend. In der Schrift: der Terrassierer (Weimar 1803. S. 21.) wird verlangt, daß jeder Kopfrasen mit einem hölzernen Nagel befestigt werden soll. Diese Vorsicht ist aber nur bei vorspringenden Ecken und bei den obersten an der Kante der Abdachung liegenden Rasen nothwendig, weil die übrigen hinlänglich fest liegen, so bald nur die Arbeit tüchtig verfertigt ist.

§. 105.

Ist der Fuß einer Rasenböschung so gelegen, daß derselbe nicht unmittelbar an einem Strom liegt, aber doch zuweilen vom Wasser bespült wird, so ist es vortheilhaft, längs demselben auf 6 bis 12 Fuß breit, eine Pflanzung von Strauchweiden anzulegen, welche den Fuß der Böschung gegen die Wellen und andere Wasserbeschädigungen schützt, so bald nur die Pflanzung ordentlich angelegt und gehörig unterhalten wird. Hierüber findet man in der schon angeführten Anweisung zur Konstruction der Faschinenwerke im neunten Kapitel umständliche Anleitung. Es muß aber diese Strauchpflanzung alle drei bis vier Jahre, wenn das Laub der Weiden trocken ist, umgehauen werden, weil sie sonst, wenn die Sträucher zu hochstämmig und stark sind, die Böschung nicht mehr so gut gegen den Wellenschlag schützen, auch bei einem etwanigen Eisgange leicht abgebrochen werden.

Vom Bau der Bollwerke.

§. 106.

Vor dem Entschluß zur Anlage eines Bollwerks ist wohl zu erwägen, ob nicht dasselbe durch die Anlegung einer Rasenbekleidung entbehrt oder ob nicht mit Hülfe aller nur möglichen Ersparungen eine weit solidere Futtermauer erbaut werden könne. Es wird um so nothwendiger auf die Abschaffung der Boll-

Bollwerke ernstlich zu denken, weil solche nicht nur bei der ersten Anlage eine Menge Holz erfordern, sondern auch, da sie bald trocken bald naß werden, zur Unterhaltung einen bedeutenden Holzaufwand verursachen. Diese Holzersparung wird bei der jetzigen Abnahme des Bauholzes, in denjenigen Fällen um so mehr Pflicht für einen Baumeister, wenn das Holz so bald der Vergänglichkeit wie bei den Bollwerken ausgesetzt ist. Fehlt es durchaus an Mitteln zur Erbauung einer Futtermauer, und man muß dennoch wegen Mangel an Fond die Wahl des Bessern unterlassen und den Holzbau wählen, so ist vor allen Dingen darauf zu halten, daß nur gut ausgewachsenes kernigtes Holz verwandt werde, um die kostbaren Reparaturen so viel wie möglich zu verhüten.

Eben so ist vorher zu untersuchen, ob nicht wenigstens ein Theil von der Höhe des Bollwerks erspart und der oberste Theil der Füllerde mit einer Rasenbekleidung versehen werden könne.

§. 107.

Das Holz zu den Bollwerken und zu mehrern andern Wasserbauen kann aus Eichen, Buchen oder Kiefern (Kiehnen, Pinus sylvestris) bestehen. Die beiden erstern Holzarten sind bei uns schon selten und werden daher nicht leicht verwandt, ob sie gleich in Absicht der Dauer den Vorzug verdienen; weit häufiger aber ist das Kiefern-Holz, welches wenn es gut ausgewachsen, gesund und kernigt ist, unter den übrigen Holzarten als Tannen, Fichten, Erlen rc. den Vorzug verdient, weil es wegen seiner harzigen Bestandtheile bei einem abwechselnden Wasserstande noch am meisten der Fäule und dem Verstocken widersteht. Sehr oft wird dies Holz zu den Wasserbauen in Flößen verbunden, und bis auf die Baustelle zu Wasser herbei geschafft. In diesem Falle kann man demselben, so lange es sich im Wasser befindet, seine Rinde lassen; wird es aber aus dem Wasser gezogen und soll noch eine Zeit lang liegen bleiben, so ist es nothwendig, die Rinde abzuschlagen, weil sonst das Holz leicht verstockt.

Unter dem Wasser können beinahe alle Holzarten angewandt werden, so bald sie beständig feucht bleiben; dagegen rechnet man, daß eichene Bollwerkspfähle, so weit sie dem Wasserwechsel ausgesetzt sind, nur 36 bis 40 Jahre und kieferne Pfähle unter diesen Umständen nur 15 bis 20 Jahre dauern.

Holz, von welchem die Raupen die Blätter oder Nadeln abgefressen haben, taugt eigentlich zu keinem Baue, am wenigsten aber zu Wasserbauen, so wie auch hiezu das windbrüchige Holz oder wenn die Fiebern nicht grade, sondern schrau-

schraubenförmig gewachsen sind, nicht anzuwenden ist. Eben so sollte zu dergleichen Bauen kein kiefern Holz mit blauen Flecken und Streifen verwandt werden, weil diese gewöhnlich ein Zeichen sind, daß das Holz einen Ansatz zum Stokken hat; dasselbe gilt in Absicht der dunkelbraunen Flecke vom Eichenholze. Hat der Kern des kiefern Holzes eine röthliche Farbe, so ist dies in den meisten Fällen ein Zeichen, daß dasselbe überreif ist.

Sehr oft ist man genöthigt, das Bauholz im Walde, wenn es noch nicht abgestämmt ist, auszusuchen, wobei man sich aber sehr leicht täuschen und die Bäume für gesund halten kann, welche nach dem Abstämmen und Beschlagen solche Fehler zeigen, die sie für den bestimmten Zweck unbrauchbar machen. Die vorzüglichsten Kennzeichen von der Gesundheit des kiefernen Holzes, wenn es noch im Walde steht, bestehen darin, daß es grade gewachsen ist und eine dichte Krone ohne verdorrte oder abgebrochene Aeste hat. Die Rinde muß glatt seyn, ohne merkliche Erhabenheiten oder auffallende Risse, und keine Schwämme haben. Wird der Baum auf der Mittagseite von der Rinde entblößt oder angeschalmt, so muß er, wenn mit der Axt dagegen geschlagen wird, einen hellen Klang geben und nicht hohl klingen.

Die Gesundheit des Eichenholzes auf dem Stamm wird ebenfalls danach beurtheilt, daß der Baum keine trockne Zweige hat und daß beim Anbohren des Stammes mit einem Holzbohrer keine verfaulte, sondern kernigte Holzspähne heraus kommen. Die Rinde muß glatt und fest, auch nicht zu sehr mit Flechten und Mooß überzogen seyn und keine runde oder länglichte Erhabenheiten enthalten, so wie auch der Stamm gegen die Wurzel zu, nicht unverhältnißmäßig an Dicke zunehmen muß. Gräbt man die Wurzeln auf, so müssen solche frisch und saftig und nicht verschimmelt, faul oder spröde seyn.

Sowohl in Gilly's Handbuch der Landbaukunst, 1 Theil §. 45. u. f. als auch in Hoffmann's Hauszimmerkunst §. 1—33. findet man über die Güte der verschiedenen Holzarten mehrere Nachricht.

§. 108.

Die wesentlichen Theile eines Bollwerks (*Levée*, *Batte.*) sind eingerammte Wand- oder Langpfähle, A, A, A. Figur 4 und 5, zu deren Verbindung unter einander ein Holm (*Chapeau*) B, B aufgezapft wird. Hinter die Pfähle kommt eine Bekleidung von Bohlen, wogegen die Füllerde unmittelbar drückt.

Tafel XXIX. Fig. 4. u. 5.

Man

Man kann die Pfähle vertikal einrammen, weil sie aber bei einer schrägen Stellung dem Erddruck mehr Widerstand leisten, so pflegt man sie um den zwölften bis sechsten Theil ihrer Höhe aus dem Loth zu setzen. Dies verursacht zwar ein etwas beschwerlicheres Rammen, aber der Erddruck wird auch dadurch bedeutend vermindert.

Die Länge der Pfähle, so weit sie aus der Erde stehen, richtet sich nach der Festigkeit des Bodens und der Höhe der Füllerde; ist der Boden locker und weich, so müssen sie tiefer eingeschlagen werden als in feste Erde. Im Durchschnitt kann man rechnen, daß die Bollwerkspfähle eben so tief in die Erde kommen, als sie über derselben hervorragen.

Bei den Grundpfählen ist es hinreichend wenn sie nur glatt behauen sind, übrigens aber ihre natürliche Rundung behalten, dagegen erfordern aber die Bollwerkspfähle, daß wenigstens diejenige Seite beschlagen wird, gegen welche die Bohlenbekleidung kommt. Gewöhnlich läßt man diese Pfähle, des bessern Ansehens wegen, so weit sie über der Erde stehen, von allen vier Seiten beschlagen.

Kommen die Pfähle an ein Gewässer, wo sie bei entstehendem Froste durch das Eis leicht gehoben werden, so ist besonders anzurathen, das dicke Stammende der Pfähle nach unten einzurammen, wenn nur hiedurch der Obertheil des Pfahls, welcher dem Erddruck widerstehen muß, nicht zu sehr geschwächt wird.

Zu den Pfählen nimmt man gewöhnlich Mittelbauholz, 8 bis 10 Zoll am Zopf stark, und nur bei einer beträchtlichen Höhe des Bollwerks wird starkes Bauholz von 12 Zoll am Zopf dazu genommen. Die größte Entfernung der Pfähle von Mittel zu Mittel nimmt man nicht über $5\frac{1}{2}$ und nicht leicht unter 4 Fuß.

So bald die Pfähle gehörig nach der Linie eingerammt sind, wird die Höhe des Bollwerks bis zur halben Höhe des Holms an einem Pfahle eingekerbt und von hier nach den entferntesten Pfählen mit dem Richtscheid und der Setzwage, oder wenn die äußersten Pfähle sehr weit entfernt sind, mit Hülfe eines Nivellirinstruments, eine zweite und nöthigen Falls noch mehrere Kerbe angegeben, welche mit der ersten in einerlei wagerechten Fläche liegen. An diese Kerbe wird eine Schnur gelegt und an sämmtlichen Pfählen ein Schnurschlag gemacht, wodurch bestimmt wird, wie hoch ein jeder Pfahl abgeschnitten werden muß. Sind die Pfähle in stillstehendem Wasser eingerammt, so kann der Spiegel desselben zur Bestimmung ihrer gleichen Höhe leicht benutzt werden. Wenn hierauf die Pfähle sämmtlich senkrecht auf ihre Länge abgeschnitten sind, so





so wird auf dem Hirnholz *) derselben, ein doppelter Schnurschlag gemacht, um die Breite des Zapfens AB Figur 6 von 1¼ bis 2 Zoll stark zu bestimmen. Die Zapfen an den Pfählen werden nun so ausgearbeitet, daß ihre Höhe BC die halbe Höhe des Holms und ihre Breite AD die ganze Dicke des Pfahls erhält.

Tafel XXIX. Fig. 6.

Bei der Ausarbeitung der Pfahlzapfen muß man vorzüglich darauf halten, daß die Seitenflächen derselben parallel mit einander sind, weil keilförmig gearbeitete Zapfen die Holme leicht zersprengen.

§. 109.

Zu den Holmen wird starkes Bauholz von 11 bis 12 Zoll am Zopf stark genommen und scharfkantig behauen, nachher aber die obersten Ecken bei AB Figur 7. abgegradet oder abgewässert. Ist der Holm dicker als die Pfähle, so müssen die Zapfenlöcher in demselben so ausgestämmt werden, daß die hinterste Fläche BC Fig. 8., welche gegen die Füllerde gekehrt ist, mit der hintersten Pfahlfläche EC bündig wird, d. h. in einerlei Ebene fällt. Dieses ist deshalb nöthig, weil sonst die Bohlenbekleidung nicht gut angebracht werden kann, es sei denn, daß man in dem überstehenden Theile des Holms einen Pfalz anbringt.

Fig. 7. Fig. 8.

Es ist leicht einzusehen, daß es sehr nachtheilig wäre, wenn man den Holm gänzlich durchlochen und den Pfahlzapfen durch die ganze Höhe des Holms gehen lassen wollte, weil in diesem Falle das Regenwasser sich durch das Hirnholz des Zapfens in das Herz des Pfahls ziehen würde. Man macht daher den Zapfen GH halb so lang, auch zuweilen etwas länger wie die Höhe des Holms BC, und wenn der Holm auf die Pfähle gebracht und eingezapft ist, so wird solcher verbohrt und genagelt, wozu hölzerne Nägel genommen werden. Damit das Hirnholz des Zapfens noch stark genug bleibe, um nicht durch den Nagel abgesprengt zu werden, so muß das Nagelloch IK Fig. 7. nahe genug an der Unterkante des Holms gebohrt werden.

Fig. 7.

Bei langen Bollwerken müssen die Holme gestoßen oder aus mehrern Stükken zusammen gesetzt werden und es ist hiebei nöthig, daß jedesmal der Stoßpunkt auf die Mitte eines Pfahls treffe, damit das Ende des Holms nicht ohne Unterstützung bleibe. Man pflegt die Holme stumpf zusammen zu stoßen, wie Figur 9 bei AB, wo der Stoßpunkt C auf die Mitte des Pfahls fällt. Hiebei

Fig. 9.

*) Unter Hirnholz wird dasjenige Ende bei einem Stücke Bauholz verstanden, wo die Holzfasern quer durchgeschnitten sind.

Hiebei entsteht aber der Nachtheil, wenn das Holz etwas zusammentrocknet, daß der darunter befindliche Pfahl, wenn gleich der Zapfen vor dem Aufbringen des Holms mit Theer tüchtig getränkt wird, dennoch leicht verfault. Es können daher die Holme am Stoß überblattet werden wie DE Figur 10, wobei aber das Unterblatt hinlängliche Stärke behalten muß, damit solches vom Nagel nicht aufgesprengt wird. An jedem Stoß des Holms wird eine eiserne Klammer eingeschlagen; auch jedesmal das Hirnholz, wenn es recht trocken ist, mit Theer überstrichen.

Tafel XXIX. Fig. 10.

Die Bollwerke werden, der Holme und der Bekleidung wegen, nach graden Linien ausgeführt. Kommen Brüche vor, so wird allemal in den aus- oder einspringenden Winkel ein besonders starker Pfahl als Eckpfahl eingeschlagen. Ueber den Eckpfählen bricht sich der Holm und die zusammenstoßenden Enden AB Figur 11 können mit dem Schwalbenschwanz über einander gekämmt werden. Am Holm A befindet sich das Unterblatt und an diesem der Kamm ab von etwa einem bis anderthalb Zoll Höhe, worauf das Oberblatt am Holm B gelegt wird. Beide Blätter liegen auf dem Eckpfahl E, dessen Zapfen F nicht wie bei den übrigen Pfählen eben so breit als die Dicke des Pfahls ist, sondern nur etwa halb so breit gemacht oder geächselt wird. Dieses Aechseln des Zapfens ist deshalb nöthig, damit das Unterblatt des Holms A noch Hirnholz behält. Bei C und D sind die Holmstücke A und B umgekehrt abgebildet, so daß man bei C das Zapfenloch im Unterblatte sehen kann.

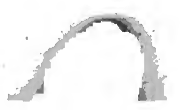
Fig. 11.

Das angeführte Uebereinanderkämmen der Holme kann nur dann angewandt werden, wenn die Holme hinlänglich stark und hoch sind, weil man sonst solche auf den Ecken zu vergöhren pflegt und auf dem Eckpfahl einen Winkelzapfen anbringt. Eine Vergöhrung ist Figur 12 bei A angebracht. Bei B und C sind die einzelnen Holmstücke abgebildet und bei D der Winkelzapfen am Eckpfahl. Damit aber der Holm den Zapfen nicht verläßt, so wird da, wo beide Holme zusammenstoßen, eine eiserne Klammer eingeschlagen, wie bei A.

Fig. 12.

§. 110.

Die inwendige Bekleidung der Pfähle geschiehet mit drei oder vierzölligen Bohlen, auch wohl von mittel Halbholz, nachdem die Füllerde hoch ist oder die Pfähle weit auseinander stehen. Man hat nicht nöthig die Bohlen zu spunden, wenn fette Füllerde oder Lehm dahinter kommt und bei trocknen Bohlen darf nur darauf gesehen werden, daß solche gefugt scharf auf einander passen; bei



bei nicht ganz ausgetrockneten Bohlen kann man aber solche schmiegen, wie Figur 14, nur muß die Schmiege die in der Figur vorgestellte Lage erhalten. Ist dagegen nur magere oder sandige Erde vorhanden und kann man nicht zur bessern Erhaltung des Holzes hinter derselben eine Lehmschicht anbringen, so müssen die Bohlen einen halben Spund wie Figur 13. erhalten. Die Bekleidung muß an den Pfählen so tief herunter gehen, daß keine Füllerde verloren gehen kann, auch die Stöße der Bohlen allemal auf die Mitte der Pfähle treffen, und es ist gut, wenn man nicht alle Stöße auf einen Pfahl bringt.

Tafel XXIX. Fig. 13. 14

Das Benageln der Bekleidungsbohlen an den Bollwerkspfählen geschiehet in der Regel mit hölzernen Nägeln, wobei aber darauf zu halten ist, daß die Bohlen an den Stößen nicht aufgesprengt werden, weshalb auch wohl zu den Stößen eiserne Nägel, also zu jeder Bohle 4 solche Nägel genommen werden.

§. 111.

Befindet sich ein Bollwerk sehr nahe an dem Ufer eines Flusses und hat man eine Unterspülung vom Wasser zu befürchten, so muß entweder ein Deckwerk von Faschinen vorgelegt werden, oder wenn dies nicht angeht, so kann man zur Verhütung der Unterspülung eine Spundwand AB Fig. 14. hinter den Langpfählen, welche bis zum Spiegel des niedrigsten Strommassers reicht, einschlagen. Wenn die Wassertiefe nicht sehr groß und der Boden nicht zu fest ist, so sind 4zöllige Bohlen mit einem Grad- oder Keilspund, Figur 15. zureichend, wenn solche tüchtig verholmt werden. Auf diesen Holm wird die übrige Bekleidung, welche zu Tage kommt, angebracht.

Fig. 14.

Fig. 15.

Damit der Gradspund die erforderliche Festigkeit erhalte, so wird die ganze Dicke ab Fig. 15 der Spundbohle in vier gleiche Theile getheilt und davon die beiden mittlern Theile cd zur Stärke der Gradfeder cde genommen. Der Vorsprung der Gradfeder wird dadurch bestimmt, daß man ce und de eben so groß als cd annimmt. Bei der Bearbeitung der Spundpfähle ist überhaupt noch zu bemerken, daß die Federn einigen Spielraum in den Nuthen haben müssen, weil sonst beim Quellen des Holzes die Nuthe aufspringt, auch beim Einrammen der Pfähle zu viel Kraft auf das Klemmen und die Reibung derselben verwandt wird.

Zuweilen werden auch die Bollwerke lediglich aus Spundpfählen verfertigt, welche gehörig verholmt werden müssen. Ueber diese Bauart, so weit solche die Spundpfähle betrifft, ist schon das nöthige im ersten und zweiten Abschnitt an-

geführt worden und es ist nur noch anzuführen, daß beim Aufbringen des Holms auf die Spundpfähle die Zapfen derselben vorher mit heißem Theer angestrichen, ein langer Streifen grober Leinwand oder Zwillich aufgelegt und hierauf erst, nach vorhergegangenem nochmaligen Ueberstreichen mit Theer, der Holm aufgebracht wird.

§. 112.

Gewöhnlich sammelt sich hinter den Bollwerken das Regenwasser, welches zum Verfaulen des Holms und der Bekleidung Veranlassung giebt. Es ist daher anzurathen, einen Theil der Füllerde nächst dem Holm mit einem Steinpflaster zu versehen und wenn dasselbe nicht vom Holm abwärts, abschüssig angelegt werden kann, etwa vier Fuß vom Holm entfernt eine Rinne C Figur 14. anzulegen, wodurch das Regenwasser abgeführt und vom Eindringen in die Füllerde abgehalten wird.

Tafel XXIX. Fig. 14.

Zuweilen wird auch erfordert, daß auf das Bollwerk ein hölzernes Geländer gesetzt wird. Hiebei kommt es sehr darauf an, daß die Geländerstiele oder Docken AB Figur 16. hinlänglich auf den Holmen E befestiget sind, damit sie von der innern Seite FC nach außen nicht übergebogen werden können. Da sich hier keine Streben anbringen lassen, so kann man, zur Erreichung der erforderlichen Festigkeit, dem Geländerstiel einen 5 Zoll langen und 2 Zoll starken Hackzapfen B und einen etwas längern und 3 Zoll starken Blattzapfen CD geben, welche durch den hölzernen Nagel D und außerdem noch durch einen breitköpfigten eisernen Nagel bei D befestiget werden. Bei F wird der Geländerholm aufgezapft und bei G der Geländerriegel eingelassen. Anstatt des aufgesetzten Geländerstiels kann man auch den Bollwerkspfahl bis zum Geländerholm durchgehen lassen, nur müssen alsdann die anstoßenden Bollwerksholme gut in den Bollwerkspfahl eingezapft werden.

Fig. 16.

§. 113.

Zur bessern Erhaltung des Holzes an den Bollwerken, so weit es bald trokken bald naß wird, ist ein Anstrich von heißem Theer nothwendig. Dieser darf aber nur dann aufgetragen werden, wenn das Holz recht trocken ist. Hat sich der heiße Theer in das Holz gut eingezogen, so kommt ein zweiter Ueberzug darauf, welcher ebenfalls aus Theer besteht, in welchem aber etwas Pech zerlassen wird. Auch pflegt man, um diesem Anstrich mehr bindende Kraft zu geben, in

den

den kochenden Theer einige Hände voll ungelöschten Kalk einzurühren. Nach Beendigung des zweiten Anstrichs, wird derselbe mit Hammerschlag überworfen.

Anstatt des gewöhnlichen Theers und Pechs kann man sich mit mehrerm Vortheile des Steinkohlentheers bedienen, welcher sich sehr innig mit dem Holze verbindet und zugleich ein Mittel gegen die Holzwürmer ist. Nach einigen Jahren müssen aber gewöhnlich diese Anstriche wieder erneuert werden, wenn das Holz nicht leiden soll.

Perronet (Descript. des Ponts etc. p. 423.) erwähnt eines Ueberzugs zu den Schleusenthoren, welcher aus Pech mit rothem gut pulverisirten Ocker und dem sechsten Theil Schwefel zusammen gesetzt und beim Gebrauch ganz siedend auf das Holz gestrichen wird.

Die Geländer der Bollwerke werden mit Oehlfarbe zwei bis dreimal angestrichen.

Hinter der Bohlenbekleidung wird eine Schicht Lehm angekarrt, welche eben so wie die übrige Erde mit Handrammen Figur 3. mäßig fest gestampft wird. Torf darf durchaus nicht zur Hinterfüllung gebraucht werden, weil derselbe, wenn er naß wird, aufquillt und das Bollwerk aus seiner Lage drückt.

Tafel XXIX. Fig. 3.

§. 114.

Der horizontale Druck der Erde gegen vertikale Bollwerke wächst im Verhältniß vom Quadrat der Höhe des Bollwerks §. 163., so daß ein doppelt so hohes Bollwerk einen viermal so großen, und ein dreimal so hohes, einen neunmal so großen Druck auszuhalten hat. Sollen sich die Bollwerkspfähle nicht biegen und überweichen, so darf ihre Länge über der festen Erde eine gewisse Höhe nicht übersteigen oder man ist genöthigt, sie noch durch andere Mittel als die Befestigung durch das Einrammen, grade zu erhalten. Es lassen sich zwar keine allgemein gültige Regeln über die erforderliche Stärke und Entfernung der Bollwerkspfähle angeben, weil diese von so vielerlei Nebenumständen und besonders von der Beschaffenheit des Holzes abhängt, welches aus einerlei Waldung bei gleicher Abmessung dennoch sehr verschieden ausfallen kann; im Durchschnitt kann man aber als Erfahrungssätze annehmen, daß bei kiefernem Holze, wenn die Bollwerkspfähle 8 bis 9 Zoll dick sind, sie einem Erddruck von 6 bis 7 Fuß Höhe Widerstand leisten können, wenn sie 5 Fuß von Mittel zu Mittel von einander entfernt sind. Bei einem Erddruck von 8 Fuß Höhe gegen ein vertikales Bollwerk wird erfordert, daß die Pfähle nur 4 Fuß im Mittel von ein-

einander abstehen und wenn man ein Bollwerk ohne weitere Verstärkung gegen einen 10 Fuß hohen Erddruck anlegen will, so ist es nothwendig, daß die Pfähle, bei der angegebenen Entfernung, schräg eingeschlagen werden und daß sie nach dem Beschlagen noch wenigstens eine Dicke von 10 Zoll behalten.

Sollen die Bollwerke höher als 8 bis 10 Fuß erbaut werden, so erfordern sie mit Beibehaltung der Entfernung von vier Fuß, eine Verstärkung, wodurch das Ueberbiegen der Pfähle verhindert wird, und wozu man sich gewöhnlich der Erdanker bedient, deren Anzahl sich nach der Höhe des Bollwerks richtet. Auch werden in denjenigen Fällen, selbst bei einer geringen Höhe des Bollwerks, Anker erfordert, wenn der Boden sehr locker ist und aus Torf oder anderer Erde bestehet, in welcher die Bollwerkspfähle leicht auswärts gedrückt werden können.

Die wesentlichen Theile eines Erdankers sind der Zugbalken, welcher senkrecht gegen den Bollwerkspfahl steht, an diesem befestiget und an seinem entgegengesetzten Ende durch den eingerammten Ankerpfahl gehalten wird.

Eine der ersten Regeln, welche bei dem Anbringen der Anker zu beobachten ist, bestehet darin, daß durch ihre Verbindung mit dem Bollwerkspfahl dieser nicht geschwächt wird und daß der Ankerpfahl hinlänglich fest steht.

Es gibt mannigfaltige und von einander sehr abweichende Arten, wie die Bollwerksanker konstruirt werden können. Unter die einfachsten, die noch öfters vorkommen, gehört nachstehende Anordnung.

Tafel XXIX. Fig. 17. Zuvor wird der Ankerpfahl EF Figur 17. parallel mit dem Bollwerkspfahl AB eingerammt und in derjenigen Höhe abgeschnitten, wo der Zugbalken darauf befestigt werden soll. An den Kopf des Ankerpfahls kommt ein gewöhnlicher $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll dicker Zapfen. Der Zugbalken CD bekommt bei E ein durchgestämmtes Zapfenloch, welches, oberhalb nach seiner Länge gerechnet, einen Zoll weiter als unterhalb ist. Wenn hierauf der Zugbalken aufgebracht und eingezapft ist, so muß er dergestalt gestreckt werden, daß er senkrecht auf den Bollwerkspfahl gerichtet ist, oder daß ACD einen rechten Winkel bildet. Hierauf wird der etwas herausstechende Zapfen des Ankerpfahls in der Mitte bei E gespalten und in denselben ein Keilchen von Eichenholz getrieben, damit der Zapfen die Gestalt eines Schwalbenschwanzes erhält und das Ablösen des Zugbalkens durch den Keilzapfen verhindert wird.

Tafel XXX. Fig. 18. Die Verbindung des Bollwerkspfahls mit dem Zugbalken geschieht durch einen eisernen Ziehband oder Bügel (Bügelanker), GHH Figur 18., welcher an



an seinen Enden bei HH, Vorsprünge erhält, damit derselbe mit eisernen Krammen, deren Spitzen mit Widerhaken versehen sind, befestigt werden kann. Außerdem muß der Ziehband noch durch tüchtige ebenfalls mit Widerhaken versehene eiserne Nägel an den Zugbalken befestigt werden und wenigstens drei Fuß lang seyn. Die Ziehbänder werden ¼ Zoll stark und etwa 2 Zoll breit gemacht.

Wenn gleich die Ziehbänder oder Bügel Vorzüge vor den Ankerbolzen (Kopfanker) haben, welche nicht um die Bollwerkspfähle herum gehen, sondern durch dieselben gesteckt und angeschraubt werden, welches die Bollwerkspfähle schwächt, so bedient man sich doch zuweilen derselben, weil man hierdurch den Anker, wenn er nachgelassen hat, wied r anziehen kann. Diese Art, die Ankerbolzen zu befestigen, ist Figur 19 von der Seite und Figur 20 von oben anzusehen, abgebildet.

Tafel XXX. Fig. 19. 20

Noch ist in Absicht der Erdanker überhaupt zu bemerken, daß wenn die Ankerpfähle eingeschlagen sind, die Erde da, wo die Zugbalken liegen sollen, fest gestampft werden muß. Auch ist sowol für das Lager des Zugbalkens eine einen Fuß dicke Lehmschichte erforderlich, so wie man auch den ganzen Balken und den Kopf des Ankerpfahls mit einem Lehmschlag von wenigstens einen Fuß Dicke umgeben muß. Eben so wird sämmtliches Hirnholz an der Verankerung vorher tüchtig mit heißem Theer getränkt.

§. 115.

Die vorhin beschriebene Veranferung hat besonders den Nachtheil, daß der Zapfen des Ankerpfahls leicht verfault, weil die Erdfeuchtigkeit von oben durch das Hirnholz des Zapfens eindringt. Dies mehr zu verhindern, kann man einen verborgenen Keilzapfen anbringen, bei welchem der Ankerbalken nicht durchlocht werden darf. Es wird zuvor an den Ankerpfahl ein 2 bis 3 Zoll dicker Zapfen EFGH Figur 21. in der ganzen Dicke des Pfahls angeschnitten und genau eben so lang gemacht als die Tiefe des Zapfenlochs beträgt. Diese Tiefe wird ¾ oder ⅔ von der ganzen Stärke des Ankerbalkens. Die Weite des Zapfenlochs bei AB wird genau so groß als die Breite EF des Zapfens, und die oberste Weite DC um ¾ Zoll weiter. Soll nun der Balken aufgezapft werden, so wird der Zapfen zweimal bei KL, KL behutsam gespalten und auf jede Spalte ein Keil K, K, gesetzt, welcher beinahe eben so lang als der Zapfen und in seinem Rücken ⅜ Zoll stark ist. Wird nun der Balken mit Gewalt aufgetrie-

Fig. 21.

Tafel XXX. Fig. 22. trieben, so muß der Zapfen oben breiter als unten werden und die Gestalt CDHG Figur 22. erhalten.

Diese Verankerungen bleiben aber deshalb mangelhaft, weil ihre Festigkeit vorzüglich von dem schwachen Zapfen des Ankerpfahls abhängt, daher die folgende Verankerung vorzuziehen ist.

§. 116.

Fig. 23. Anstatt den Ankerbalken CD Figur 23. auf dem Ankerpfahl zu befestigen, so werden zwei Ankerpfähle EF auf beiden Seiten des Balkens eingeschlagen und durch den bei H durchlochten Balken ein 5 Fuß langer, einen Fuß breiter und $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll dicker Ankerkeil GH getrieben. Die übrige Befestigung ist wie vorher beschrieben worden, und wenn gleich diese Anordnung auf jeden Anker einen Pfahl mehr erfordert als bei der vorigen, so wird doch dadurch ungemein viel an der Festigkeit gewonnen.

Will man dieser Verankerung noch eine Verstärkung geben, so kann dies Fig. 24. dadurch geschehen, daß hinter dem Bollwerkspfahl AB Fig. 24. ein kürzerer Pfahl KL eingerammt wird und vom Kopf desselben eine Strebe KM bis zum Ankerpfahl E angebracht wird. Die Strebe erhält bei K eine Klaue oder wird auf den Pfahl KL aufgeklaut und bei M eine Versatzung. Die Klauen Fig. 25. pflegt man gewöhnlich wie NOP Fig. 25. auszuarbeiten, allein dies veranlaßt, Fig. 26. daß die Streben leicht gesprengt werden. Es ist daher besser wie Figur 26. einen Zapfen QR stehen zu lassen, welcher etwa den vierten Theil so dick als die Klaue ist.

Der Zapfen, mit welchem die Strebe in den Ankerbalken versetzt wird, Fig. 27. kann wie Figur 27. ausgearbeitet werden.

§. 117.

Die Entfernung der Ankerpfähle von den Bollwerkspfählen muß so bestimmt werden, daß erstere noch in den festen Boden kommen. In der Regel kann man annehmen, daß die Ankerpfähle noch um den dritten Theil weiter vom Bollwerkspfahl abstehen müssen, als die Höhe des Orts, wo der Anker am Boll-Fig. 23. werk befestigt ist, über den äußern Erdboden steht; oder nach Figur 23. ist CE eben so groß wie $\frac{4}{3}$ BG. Wäre CE = 9 Fuß, so wird BG = 12 Fuß. Der Ankerbalken wird eben so wie die Ankerpfähle von Mittelbauholz genommen.

wen. Seine Länge findet man, wenn 4 bis 5 Fuß zur Entfernung der Ankerpfähle von den Bollwerkspfählen hinzu gesetzt werden.

Es bleibt nun noch zu bestimmen übrig, in welcher Höhe des Bollwerkspfahls die Ankerbalken am zweckmäßigsten anzubringen sind. Bei vermehrter Höhe des Bollwerks und der Füllerde vermehrt sich der horizontale Erddruck nach dem Verhältniß von den Quadraten der Höhe, woraus leicht gefolgert werden kann, daß der Mittelpunkt des Erddrucks gegen eine Wand, bei welcher die dem Erddruck ausgesetzte Fläche ein Rechteck bildet, auf dem dritten Theil ihrer Höhe, von unten angerechnet, liegen muß (§. 168). Würde daher die Wand nicht weiter gehalten und nur in der Mitte der Länge auf den dritten Theil ihrer Höhe horizontal mit einer Kraft, welche dem Erddruck gleich ist, gestützt, so ist sie dadurch gegen das Umwerfen gesichert. Wollte man aber hieraus schließen, daß bei den Bollwerken die Anker auf den dritten Theil der Höhe angebracht werden müßten, so ist dieser Schluß nur dann richtig, wenn die Bollwerkspfähle unterhalb nicht befestiget sind. Bei den vorhin beschriebenen Bollwerken ist aber der Punkt B Figur 23. als hinlänglich befestiget anzusehen und es kommt daher vielmehr darauf an, den Punkt C so zu bestimmen, daß der Erddruck, welcher von A bis C entstehet, eben so viel Gewalt zum Zerbrechen des Pfahls bei C ausübt, als der Erddruck von C bis B zum Zerbrechen des Pfahls zwischen C und B. Nun wird bewiesen, wenn der Ankerbalken CD in der Mitte des Pfahls AB in C angebracht wird, daß alsdann, wenn die von A bis B befindliche Füllerde im Stande wäre, den Pfahl AC zu zerbrechen, dies auch von der zwischen CB befindlichen Füllerde, in Absicht des Theils BC vom Bollwerkspfahl gelten würde (§. 195.); dagegen wird, wenn der Punkt C höher als auf der Hälfte von AB angenommen wird, die zwischen BC befindliche Erde, den Pfahl von B bis C leichter zum Ausweichen bringen oder zerbrechen, als die von A bis C befindliche Erde dies am obern Theil AC des Pfahls bewirken kann, vorausgesetzt, daß der Anker übrigens gehörig fest sey. Es folgt also hieraus, daß bei durchgängig gleich starken Bollwerkspfählen der Ankerbalken in der Mitte des Bollwerkspfahls anzubringen ist, wenn dadurch der Bollwerkspfahl eine solche Befestigung erhalten soll, daß er mit gleicher Kraft sowol über als unter dem Ankerbalken, dem Erddruck Widerstand leisten kann.

Tafel XXX. Fig. 23.

Oft findet man, daß die Ankerbalken auf $\frac{1}{3}$ der Höhe des Bollwerkspfahls, von unten an gerechnet, befestigt sind. Dies läßt sich dadurch rechtfertigen, weil



daß man alsdann leichter zum Anker kommen kann und daß der ganze Anker in diesem Falle weniger Erddruck auszuhalten hat. Dagegen ist alsdann auch der Theil BC mehr als AC dem Ausweichen ausgesetzt.

§. 118.

Wird vorausgesetzt, daß die Bollwerkspfähle durchgängig 4 Fuß von einander entfernt sind und die Bollwerkshöhe 10 bis 12 Fuß beträgt, so darf in der Regel nur alle 1[illegible] bis 16 Fuß, also auf jeden 4ten oder 5ten Bollwerkspfahl, ein Anker kommen; bei einer Höhe von 12 Fuß wird auf jeden 4ten Pfahl ein Anker gerechnet; bei 14 Fuß Höhe auf jeden dritten Pfahl und bei 16 Fuß Höhe wird auf jeden zweiten Pfahl oder alle 8 Fuß ein Anker erfordert. Daß übrigens der größere Erddruck, die Güte und Stärke des Holzes, hier einige Ausnahmen machen, ist einleuchtend, so wie es auch nothwendig ist, in denjenigen Fällen, wo die Anker nicht nahe zusammen kommen, den Bekleidungsbohlen etwas mehr Stärke zu geben. Auch kommt den Bollwerken öfters der Gegendruck des davor stehenden Wassers zu Hülfe, es ist aber anzurathen, hierauf nicht zu rechnen, weil theils der Wasserstand veränderlich seyn kann und auch die am Wasser stehenden Bollwerke mancherlei Zufällen und Beschädigungen ausgesetzt sind.

§. 119.

Es giebt noch eine Art, die Bollwerkspfähle zu verankern, welche in holzreichen Gegenden deshalb weniger kostbar ist, weil dabei die eisernen Ziehbänder und Krammen erspart werden können.

Tafel XXX. Fig. 28.

Bei A Figur 28. sey der Bollwerkspfahl von oben anzusehen, welcher verankert werden soll, und B der dazu gehörige Ankerpfahl, so werden auf beiden Seiten dieser Pfähle Ankerbalken CD und EF gelegt, welche bei A und B an die Pfähle angeblattet und mit Nägel tüchtig befestiget werden.

Eine andere Art, wie dergleichen Anker ohne eiserne Ziehbänder verfertigt

Fig. 29. 30.

werden, ist nachstehende. Neben den Bollwerkspfählen A, A, Figur 29 und 30 werden Ankerbalken BC und DE gestreckt, welche bei AA an die Bollwerkspfähle angeblattet, am hintersten Ende aber auf die Ankerschwelle FG, welche hinter den Ankerpfählen H, H, H liegt, aufgekämmt werden. Vor den Bollwerkspfählen müssen die Ankerbalken bei B und D etwa 2 Fuß vorstehen, damit darauf ein Ankerriegel KL unmittelbar an den Bollwerkspfählen aufgekämmt wer-

werden kann. Figur 31. stellt die Vorderansicht dieser Verankerung vor, welche auch in Silberschlags Hydrotechnik, 1. Theil S. 304. und in dessen Abhandlung vom Wasserbau an Strömen, S. 70. beschrieben ist.

Tafel XXX. Fig. 31.

Die beiden hier beschriebenen Verankerungen sind deshalb wenig brauchbar, weil beim Werfen des Holzes die aufgeblatteten und aufgekämmten Ankerbalken leicht die Kämme verlassen, besonders aber, weil die Köpfe BD der Ankerbalken, welche aus der Bekleidung beinahe 3 Fuß hervor stehen, sehr leicht verwittern und durch das Eindringen der Feuchtigkeit in das hervorstehende Hirnholz so morsch werden, daß sie die Bollwerkspfähle nicht mehr halten können. Endlich sind sie in den Fällen ganz unanwendbar, wenn die Bollwerke am Wasser stehen und dem Eisgange ausgesetzt sind, weil alsdann die Köpfe BD abgestoßen werden. Auch lassen sie sich bei Schleusenwänden nicht anwenden, weil sie den Schiffen hinderlich sind und sie am Steigen hindern.

§. 120.

So lange die Bollwerke keine größere Höhe als 16 bis 18 Fuß erreichen, ist eine Reihe Anker, welche in der Mitte der Bollwerkspfähle angebracht werden, zureichend. Bei größern Höhen müssen zwei Reihen Anker so angeordnet werden, daß die erste Reihe Ankerbalken die Bollwerkspfähle auf dem ersten Drittel ihrer Höhe trifft, die zweite Reihe aber auf zwei Drittel dieser Höhe an den Pfählen befestigt wird (§. 196.), weil nur unter diesen Umständen die §. 117. gemachten Bedingungen erfüllt werden.

Die Anker werden eben so gelegt wie solches §. 116. beschrieben ist, nur daß man den untersten Ankerbalken CD Figur 32. nicht so lang machen darf, als den obersten AB. Auch wird bei einer Höhe des Bollwerks von 18 Fuß und drüber erfordert, daß zu den Bollwerkspfählen starkes Bauholz genommen wird, wogegen zu den Ankerbalken und Ankerpfählen Mittelbauholz zureichend ist.

Fig. 32.

Man pflegt sich der Figur 32 abgebildeten Verankerung nur dann zu bedienen, wenn nicht beide Anker an einerlei Bollwerkspfahl angebracht werden. Sollten beide Anker an einerlei Bollwerkspfahl kommen, so läßt sich nach Figur 33. dadurch eine weit stärkere Befestigung bewirken, daß beide Ankerbalken AB, CD, an einerlei Ankerpfahl EF befestiget, und durch die auf dem Pfahl HK aufgeklaute Strebe GH in unverrückter Lage erhalten werden. Uebrigens ist hier, eben so wie bei der einfachen Verankerung, erforderlich, daß wenn die

Tafel XXXI. Fig. 33.

Höhe der Füllerde größer wird, auch die Anker näher neben einander angebracht werden müssen.

§. 121.

Wegen der beträchtlichen Kosten, welche die Verankerung jedes einzelnen Pfahls erfordert, kann man sich begnügen, jeden dritten oder vierten Pfahl zu ankern, wenn man hinter den Bollwerkspfählen auf die Ankerbalken, Ankerriegel I. M. Fig. 35. legt, welche an jeden einzelnen Bollwerkspfahl durch einen eisernen Schraubenbolzen mit Mutter und Scheibe befestigt werden, wie Figur 35.

Zu diesen Ankerriegeln muß das beste Holz ausgesucht werden. Auch könnte man sie, zur Ersparung des Schraubenbolzens an den geankerten Bollwerkspfählen, unmittelbar zwischen diese und den Kopf des Ankerbalkens legen: hierdurch wird aber der Riegel geschwächt, weil er zweimal durchlocht werden muß, um den Ankerbügel durchzustecken, oder weil man den Ankerbügel kröpfen oder biegen müßte, um dies zu vermeiden. Man kann aber auch den Bolzen an den geankerten Bollwerkspfählen ganz weglassen, weil derselbe sehr wohl entbehrt werden kann.

Die perspectivische Ansicht eines solchen noch nicht mit Füllerde versehenen und größtentheils unbekleideten Bollwerks findet man Figur 36. und es ist nur noch in Absicht der Ankerriegel und Bollwerkspfähle zu bemerken, daß da, wo diese zusammen treffen, kein Holz ausgekämmt werden darf, um solche etwa aufeinander zu blatten, weil dadurch die Riegel und Pfähle ohne Noth geschwächt werden.

Noch andere Bollwerke oder Kajen, welche von den hier beschriebenen in vielen Stücken sehr verschieden sind, und als Hafenwände gebraucht werden, gehören in die Abhandlung vom Hafenbaue, wo von diesen Bollwerken die Rede seyn wird. Dahin gehört auch das Aufpropfen der Bollwerke auf Schwellen, wovon aber in den meisten Fällen nicht viel zu halten ist.

§. 122.

Die Veranschlagung eines Bollwerks erfordert, daß auf die Fortschaffung der Erde, so weit sie beim Bau hinderlich ist, Rucksicht genommen wird, so wie auch die Wiederausfüllung und die Bekleidung der Bohlen und Anker mit Lehm in Rechnung gebracht werden muß.

Es ist schon angeführt, daß zu den Bollwerkspfählen, so wie zu den Anker-

kerpfählen, Ankerbalken und Streben, Mittelholz genommen wird, und nur bei sehr hoher Füllerde nimmt man zu den Bollwerkspfählen starkes Bauholz. Die Holme werden jedesmal aus starkem Bauholze verfertiget und es ist leicht, so bald nur die Länge der Pfähle, Holme und Anker bekannt ist, danach die erforderliche Anzahl von Bauhölzer zu bestimmen.

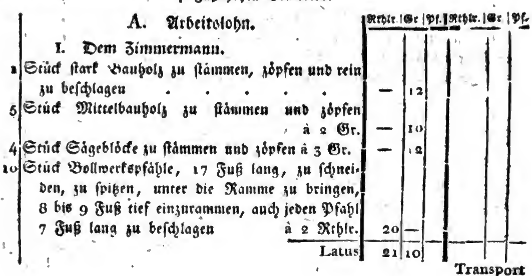
Zur Bekleidung der Bollwerkspfähle werden 3 oder 4zöllige Bohlen, auch wohl einmal getrenntes Mittelholz genommen. Die Bohlen schneidet man aus Sägeblöcken und rechnet, daß ein 14 Fuß langer und am Zopf 14 Zoll starker Sägeblock 4 dreizöllige oder 3 vierzöllige Bohlen giebt, und daß mit einer jeden dieser Bohlen 20 Quadratfuß bekleidet werden können.

Die Bügel oder Ziehbänder und Bolzen zur Verankerung werden aus geschmiedetem Eisen verfertigt. Man rechnet das Gewicht eines Ziehbandes mit beiden Krammen und den Nägeln auf 18 bis 20 Pfund, so wie das Gewicht eines Ankerbolzens mit Scheibe und Mutter auf 12 bis 14 Pfund, und bezahlt gewöhnlich das Pfund mit 3 Gr.

Beim Baue der hölzernen Schleusen kommen Anschläge von hohen Bollwerken mit Verankerungen vor, daher hier nur ein Anschlag von einem 7 Fuß hohen Bollwerke beigefugt ist.

Anschlag

von dem Arbeitslohne und den Materialien zur Verfertigung eines 40 Fuß langen und 7 Fuß hohen Bollwerks.



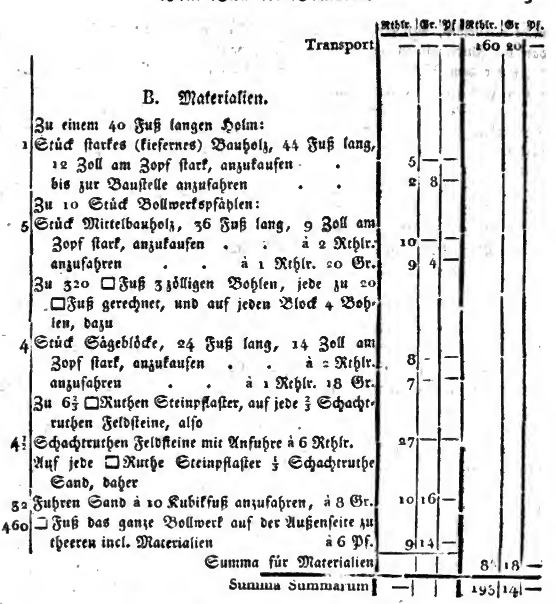
		Rthlr.	Gr.	Pf.	Rthlr.	Gr.	Pf.
	A. Arbeitslohn.						
	I. Dem Zimmermann.						
1	Stück stark Bauholz zu stämmen, zöpfen und rein zu beschlagen	—	12				
5	Stück Mittelbauholz zu stämmen und zöpfen à 2 Gr.	—	10				
4	Stück Sägeblöcke zu stämmen und zöpfen à 3 Gr.	—	12				
10	Stück Bollwerkspfähle, 17 Fuß lang, zu schneiden, zu spitzen, unter die Ramme zu bringen, 8 bis 9 Fuß tief einzurammen, auch jeden Pfahl 7 Fuß lang zu beschlagen à 2 Rthlr.	20	—				
	Latus	21	10				

Transport



		Rthlr.	Gr.	Pf.	Rthlr.	Gr.	Pf.
	Transport	21	10	—			
40	Fuß Holm zu bearbeiten, zu lochen, abzuwässern, Zapfen an die Bollwerkspfähle zu schneiden, den Holm aufzubringen und zu befestigen à 2 Gr.	3	8	—			
320	□Fuß dreizöllige Bohlen auf 40 Fuß Länge und 8 Fuß Höhe, zu säumen, anzupassen und mit hölzernen Nägeln an die Bollwerkspfähle zu befestigen . . . . . à 3 Pf.	3	8	—			
	Für Herbeischaffung, Zurücksendung und Unterhaltung der Ramme, in Tauen, Leinen, Schmiere rc. und für Verfertigung und Haltung der erforderlichen Gerüste beim Einrammen .	16	—	—			
	Summa dem Zimmermann				44	2	—
	II. Dem Holzschneider.						
4	Stück Sägeblöcke zu dreizölligen Bohlen zu schneiden . . . . . . à 1 Rthlr.	4	—	—			
	Summa dem Holzschneider				4	—	—
	III. Erdarbeit.						
62	Schachtruthen Erde aufzugraben und abzusetzen à 10 Gr.	21	16	—			
	Nach vollendeter Arbeit diese Erde wieder zur Ausfüllung zu verwenden und mit der Handramme fest zu stampfen	21	16	—			
27	Fuhren Lehm à 12 Kubikfuß, auszugraben, anzufahren und damit die Bohlen zu hinterfuttern à 10 Gr.	11	6	—			
	Summa für Erdarbeit				54	14	—
	IV. Dem Steinsetzer.						
$6\frac{2}{3}$	Auf 2 Ruthen breit längs dem Bollwerke ein Steinpflaster mit einer Rinne zu verfertigen, sind □Ruthen . . . . . . à 15 Gr.	4	4	—			
	Summa dem Steinsetzer				4	4	—
	Latus	—	—	—	106	20	—

Transport



		Rthlr.	Gr.	Pf.	Rthlr.	Gr.	Pf.
	Transport	—	—	—	160	20	—
	B. Materialien.						
	Zu einem 40 Fuß langen Holm:						
1	Stück starkes (kiefernes) Bauholz, 44 Fuß lang, 12 Zoll am Zopf stark, anzukaufen .	5	—	—			
	bis zur Baustelle anzufahren . .	2	8	—			
	Zu 10 Stück Bollwerkspfählen:						
5	Stück Mittelbauholz, 36 Fuß lang, 9 Zoll am Zopf stark, anzukaufen . . à 2 Rthlr.	10	—	—			
	anzufahren . . à 1 Rthlr. 20 Gr.	9	4	—			
	Zu 320 □Fuß 3zölligen Bohlen, jede zu 20 □Fuß gerechnet, und auf jeden Block 4 Bohlen, dazu						
4	Stück Sägeblöcke, 24 Fuß lang, 14 Zoll am Zopf stark, anzukaufen . . à 2 Rthlr.	8	-	—			
	anzufahren . . à 1 Rthlr. 18 Gr.	7	-	—			
	Zu $6\frac{2}{3}$ □Ruthen Steinpflaster, auf jede $\frac{2}{3}$ Schachtruthen Feldsteine, also						
$4\frac{1}{2}$	Schachtruthen Feldsteine mit Anfuhre à 6 Rthlr.	27	—	—			
	Auf jede □Ruthe Steinpflaster $\frac{1}{3}$ Schachtruthe Sand, daher						
32	Fuhren Sand à 10 Kubikfuß anzufahren, à 8 Gr.	10	16	—			
460	□Fuß das ganze Bollwerk auf der Außenseite zu theeren incl. Materialien à 6 Pf.	9	14	—			
	Summa für Materialien				8[illegible]	18	—
	Summa Summarum	—			195	14	—

Vom Bau der Futtermauern.

§. 123.

Die Steine, deren man sich zum Bau der Futtermauern oder steinernen Vorsetzen bedient, müssen die Eigenschaft haben, daß sie vom Wasser und Frost nicht

nicht viel leiden, weil sonst an keine Haltbarkeit der Mauer zu denken ist. Auch darf bei Futtermauern nur dann Holz angewandt werden, wenn dasselbe beständig unter dem Wasser bleibt, weil ihm alsdann eben die Dauer wie den Steinen zugeschrieben werden kann. Wegen des wichtigen Einflusses, den die sorgfältige Auswahl und Zubereitung der Materialien und des Mörtels auf die Tüchtigkeit einer Futtermauer haben, wird es daher nothwendig, daß zuvor die verschiedenen Materialien und Mörtel näher untersucht werden, ehe von der Anlage der Futtermauern die Rede seyn kann.

Die verschiedenen Steine, deren man sich zu den Futtermauern bedient, sind

Feldsteine,
Werkstücke oder Quadern,
Bruchsteine von unregelmäßiger Gestalt und
gebrannte Ziegel oder Klinker.

§. 124.

Die Feldsteine sind von unregelmäßiger Gestalt und sehr verschiedener Größe; sie werden einzeln auch nesterweise, theils auf dem Felde, theils in der Erde gefunden. So sehr sie ihre vorzügliche Härte zu Bausteinen empfiehlt, so nachtheilig ist ihre größtentheils runde Gestalt, welche einen tüchtigen Verband verhindert und eben diese Härte macht es sehr schwierig, sie als lagerhafte Bausteine zu bearbeiten. Ob man gleich bei mehrern alten Kirchen und auch bei neuern Plinthen quaderförmig behauene Feldsteine findet, so wird doch ihre Anwendung zu kostbar, als daß man Hoffnung hätte, große Futtermauern damit auszuführen. Dagegen können die Feldsteine mit vielem Vortheil zur Hintermaurung der Futtermauern dienen, und wenn sie vorher mit Pulver gesprengt sind, so erhalten sie dadurch grade Flächen, wodurch sie selbst zur Ausführung beträchtlich hoher Mauern geschickt werden. Will man eine Mauer ganz von gesprengten Feldsteinen aufführen, so müssen die großen Kalkfugen möglichst vermieden und alle Zwischenräume mit klein gespaltenen Feldsteinen fleißig ausgefüllt werden.

Wie die Steine unter dem Wasser zu sprengen sind, ist im ersten Hefte §. 43. gelehrt worden. Weniger Umstände macht das Sprengen der Feldsteine auf dem Lande, daher die Beschreibung desselben hier übergangen werden kann. Umständliche Nachricht hierüber findet man in Gilly's Handbuch der Landbaukunst, 1ster Theil Seite 17 u. f. Kleine Feldsteine werden mit einem Possekel zerschla-

schlagen und lassen sich leichter trennen, wenn man sie auf elastisches Unterlager, etwa von Strauch legt.

Niedrige Futtermauern, welche nicht dem Eisgange ausgesetzt sind, werden auch von Feldsteinen ausgeführt, bei welchen Moos statt des Mörtels gebraucht wird.

Die Feldsteine veranschlagt man gewöhnlich nach Schachtruthen zu 144 Kubikfuß. In Preußen rechnet man nach Achtel von 216 Kubikfuß, welches der achte Theil einer Kubikruthe ist, und in Berlin nach Kummen von 16 Kubikfuß. Nach der verschiedenen Weite, welche die Feldsteine zu fahren sind, müssen sie theurer bezahlt werden; gegenwärtig kostet die Schachtruthe in Berlin 7 bis 8 Thlr. Auf 3 Schachtruthen Mauerwerk werden 4 Schachtruthen Feldsteine gerechnet.

§. 125.

Unter Bruchsteine (*moellons*) werden hier solche Steine verstanden, welche im Steinbruche schon so brechen oder geschossen werden, daß sie eine unregelmäßige Gestalt erhalten und nicht als Quader bearbeitet vorkommen. Außer mehrern Steinbrüchen von verschiedener Gattung an der Elbe und Weser, ist der reichhaltige vier Meilen von Berlin bei Rüdersdorf befindliche Kalksteinbruch sehr merkwürdig, aus welchem die Bruchsteine für die hiesige Gegend benutzt werden. Wegen ihrer zum Theil parallelen Flächen, sind die rüdersdorfer Kalksteine besonders beim Bau der Futtermauern deshalb vortheilhaft, weil sie einen guten Verband geben und sich ohne Meißel, allein mit dem Hammer bearbeiten lassen, um an der Vorderseite einer Mauer benutzt zu werden. Diese Steine haben aber bei weitem nicht die Festigkeit der rothenburger Sandsteine, weil sie leicht durch den Frost verwittern. An der Außenseite solcher Futtermauern, welche der Nässe ausgesetzt sind, können sie daher nicht angewandt werden; weil aber die Kalksteine von blauer Farbe weniger Kalkerde, aber mehr Kiesel und Thonerde als die übrigen enthalten und der Erfahrung gemäß weniger vom Frost leiden, so verdienen solche an der Vorderseite bei Futtermauern, welche der Nässe nicht sehr ausgesetzt sind, den Vorzug. Man kann die Kalksteine aber eben so und in einem weit bessern Verbande, wie die Feldsteine bei Futtermauern, welche der Nässe ausgesetzt sind, zum Hintermauern der Werkstücke verbrauchen, besonders wenn die Kosten für eine Schachtruthe geringer als bei den Feldsteinen ausfallen.

Nach ihrer verschiedenen Größe theilt man die rüdersdorfer Kalksteine in

ordinäre und große ein. Sie werden nach Prahmen von 300 Kubikfuß berechnet, und in den Bergen kostet der Prahm ordinäre Steine 6 Thlr. 17¼ Gr., große Steine 7 Thlr. 4 Gr. Zu königlichen und andern Bauen fällt dieser Preiß geringer aus, wenn eine besondere Anweisung ertheilt wird.

Ueber den Kalksteinbruch bei Rüdersdorf findet man Nachricht in v. d. Hagen Beschreibung der Kalksteinbrüche bei Rüdersdorf, Berlin 1785.

§. 126.

Die **Werkstücke** oder **Quadern** (Saxa quadrata, *Pierre de taille*), deren man sich zur äußern Bekleidung der Futtermauern bedient, müssen von vorzüglicher Härte seyn, und wenn sie der Nässe ausgesetzt werden, nicht verwittern. Die bei uns vorzüglich zum Wasserbau brauchbaren Werkstücke bestehen aus Sandsteinen, welche im Herzogthum Magdeburg und der Grafschaft Mansfeld, besonders aber bei Rothenburg an der Saale gebrochen und von der Saale nach der Elbe, Havel, Spree, Oder und Weichsel verschifft werden. Der Hauptbestandtheil des Sandsteins ist Quarz und man sieht es als ein Kennzeichen der Festigkeit dieser Steine an, wenn die einzelnen hervorstehenden Quarzkörner sehr fest sitzen und nicht leicht vom Steine getrennt werden können, so wie auch ein fester Sandstein, wenn mit dem Hammer darauf geschlagen wird, keinen dumpfen Ton, sondern einen hellen Klang geben und der Hammer leicht abspringen muß. Beim Bearbeiten des Steins müssen die Abgänge aus scharfkantigen Stücken und nicht aus Sand bestehen. Eben so muß der Sandstein kein Wasser einziehen, und es ist gut, denselben vor dem Gebrauch bei Wasserbauen während eines Winters der Witterung auszusetzen.

Das Bindungsmittel des rothenburger Sandsteins ist größtentheils eisenschüssiger Thon. Die rothbraunen Steine enthalten viel Glimmer, färben wegen des thonigten Bindemittels stark ab, haben ein ungleichförmiges Korn und sind weniger dauerhaft, besonders gegen die Einwirkung des Frostes nach vorhergegangener Nässe, wogegen die mehr rothen Steine von gleichförmigerem Korn und weit dauerhafter sind. Die Werkstücke werden im Steinbruche nur rauh behauen und nachher vom Steinmetz zu den verschiedenen Zwecken genau bearbeitet. Die rothenburger Sandsteine, von welchen der Kubikfuß eines Blocks nach Verhältniß seiner Größe theurer wird, kosten in Berlin, wenn der Block zwischen 1 und 30 Kubikfuß groß ist, jeder Kubikfuß 11 Groschen; zwischen 30 und 40 Kubikfuß, 12 Groschen; zwischen 40 und 50 Kubikfuß 13 Groschen

schen und für jede folgende 10 Kubikfuß, wird jedesmal auf den Kubikfuß ein Groschen zugelegt.

Man rechnet, daß wenn ein Stein nach graden Flächen durch den Steinmetz bearbeitet werden soll, im Durchschnitt ein Zoll Dicke von dem rauhen Steine für jede bearbeitete Fläche abgehet, welches man den Arbeitszoll nennt, der jedesmal, wenn die Größe des bearbeiteten Steins bekannt ist, zugelegt werden muß, um die Größe des rauhen Steins zu finden. Hiernach wird zu einem Quader, welcher von allen sechs Seiten bearbeitet, 3 Fuß 6 Zoll lang, 2 Fuß 4 Zoll breit und 2 Fuß hoch seyn soll, ein rauher Block von 3 Fuß 8 Zoll Länge, 2 Fuß 6 Zoll Breite und 2 Fuß 2 Zoll Höhe erfordert.

§. 127.

Die Kostbarkeit der Werkstücke und der Mangel an hinlänglich dauerhaften Bruchsteinen machen es nothwendig, auf ein künstliches Material zu denken, welches eben die Dauer hat wie die Werkstücke und minder kostbar ist. Gut gebrannte Ziegel oder Klinker (Testae, *Briques*), wenn bei ihrer Bearbeitung alle erforderliche Sorgfalt angewandt wird, können den Mangel an Werkstücken ersetzen, sobald nur die vorspringenden Ecken bei einer Futtermauer mit Werkstücken ausgesetzt werden. Weil aber diese Ziegel der Nässe und dem Froste widerstehen müssen, so erfordert ihre Bereitung noch weit mehr Sorgfalt als gewöhnlich zu den Ziegeln, welche man zu Landgebäuden braucht, angewandt wird. Es ist daher in den meisten Fällen sehr vortheilhaft, wenn eine bedeutende Menge von Ziegeln zu Futtermauern oder beim Schleusenbaue erfordert werden, daß die Ziegel nicht von Entrepreneurs geliefert, sondern auf eigenen dazu angelegten Ziegeleien unter der nöthigen Aufsicht bereitet werden, weil alsdann die Vortheile, welche der Entrepreneur erhält, auf die Güte der Ziegel verwandt werden können.

Das Material zu den Ziegeln oder der Lehm ist eine gemischte Erdart, und man kann rechnen, daß der fette Lehm ungefähr die Hälfte seines Gewichts reine Thonerde enthält; die übrigen Beimischungen bestehen größtentheils aus Sand, Abgängen von Steinen, verwittertem Gneis, Quarz, Glimmer u. d. gl. Der Lehm zu den Ziegeln oder das Ziegelgut muß nicht zu mager seyn oder zu viele Sand- und Erdtheile enthalten, wogegen der reine Thon eben so wenig zu den Ziegeln brauchbar ist, wenn er nicht vorher mit Sand vermischt worden. Auch ist derjenige Lehm unbrauchbar, welcher Kalk- oder Mergeltheile

theile enthält, weil solche beim Brennen in lebendigen Kalk verwandelt werden und den Stein, wenn er naß wird, zersprengen. Es ist sehr mißlich, ein bestimmtes Kennzeichen von der Güte des Lehms zu Ziegeln anzugeben, und der sicherste Weg zur Prüfung der Ziegelerde ist der, daß man einige Ziegel formen und in einem benachbarten Ofen brennen läßt, um über das Verhalten des Ziegelguts zu urtheilen. Das Reinigen der Ziegelerde von den beigemischten Kalk- und Kieselsteinen, wodurch zugleich eine gleichförmige Vertheilung der ganzen Masse bewirkt wird, geschieht durch das Einsumpfen in einem Sumpfkasten, welchen man dadurch erhält, daß auf ebener Erde Bretter neben einander gelegt werden, um welche eine etwa ein Fuß hohe Einfassung von Brettern gemacht wird. In diesen Kasten wird der unreine Lehm gebracht, mit Wasser angefeuchtet und durch Menschen zertreten, welche zugleich alle in demselben befindliche Steine auslesen müssen. Hat sich der gereinigte Lehm gesetzt, so wird das überflüssige Wasser durch eine in der Seite des Sumpfkastens befindliche kleine Schutzöffnung abgelassen, und wenn der Lehm wegen zu großer Fettigkeit oder Geilheit noch einen Zusatz an reinem Sande erhalten soll, dieser und auch wohl Steinkohlenasche beigemischt, alles gut so lange untereinander gearbeitet, bis man von der zulänglich gleichförmigen Vermischung überzeugt ist.

Das Streichen, Trocknen und Brennen der Ziegel kann hier um so mehr übergangen werden, da diese Geschäfte in den meisten Schriften über die Baukunst umständlich auseinander gesetzt sind, nur ist zu bemerken, daß die Ziegelformen in dem Verhältniß größer gemacht werden müssen, als die Ziegel beim Brennen schwinden. Der fette Lehm, welchen man gern zu den Wasserziegeln nimmt, giebt beim Brennen den Steinen gewöhnlich eine so glatte Oberfläche, daß sie sich nicht gut mit dem Mörtel verbinden, weswegen die Ziegel beim Streichen auf ihrer Oberfläche einen geringen Zusatz von Sand erhalten, wodurch zugleich beim Trocknen der Vortheil entsteht, daß die Ziegel nicht so leicht aufreißen. Die beste Zeit zum Streichen sind die Sommermonate. Damit die Ziegel nicht zu spröde werden, auch sich beim Brennen nicht werfen, muß der rohe Ziegel so viel wie möglich ausgetrocknet seyn, ehe er in den Ofen gekarrt werden kann; eben so darf das ununterbrochene Feuer anfänglich nur mäßig seyn, bis die Ziegel durchgängig erhitzt sind, da man denn das Feuer verstärken kann. Ein trocknes Brennmaterial ist hiebei ein vorzügliches Erforderniß. Nach der Größe des Ziegelofens und der Trockenheit der Steine, dauert die Brennzeit etwa 4 bis 8 Tage. Daß nach vollendetem Brande alle Oef-

Oeffnungen des Ziegelofens sorgfältig verschlossen und die Ziegel nicht eher, als bis sie allmählig abgekühlt sind, herausgekarrt werden dürfen, ist eine bekannte Vorschrift, die aber zu Erhaltung guter Steine nicht unterlassen werden darf.

Weil sehr viel darauf ankommt, daß die gebrannten Ziegel nicht unregelmäßig oder schief ausfallen, so müssen solche beim Trocknen fleißig umgekehrt werden, damit der Lehm gleichförmig schwinde, so wie auch der Lehm zum Streichen nicht zu naß seyn darf, weil sonst der Ziegel beim Trocknen Risse erhält.

Die sichersten Kennzeichen von der Güte eines Ziegels bestehen darin, daß er einen Winter der Nässe und dem Froste ausgesetzt, seine Festigkeit behält, nur so viel Wasser einzieht als zur Verbindung mit dem Mörtel erfordert wird, einen hellen Klang beim Anschlagen giebt und im Bruche keine ungleichförmige Mischung der Ziegelmasse oder einzelne Steinchen sichtbar werden. Ziegel, welche kein Wasser einziehen, taugen zum Vermauern nichts, weil sich der Mörtel nicht gut mit denselben verbindet.

§. 128.

Damit die zum Wasserbau erforderlichen Ziegel recht gut ausgebrannt werden, gibt man ihnen keine zu große Ausdehnung, und es ist bei der Bestimmung ihrer Größe darauf zu sehen, daß man beim Mauern einen guten Verband halten kann, weshalb nicht, wie es noch oft der Fall ist, die Breite des Ziegels halb so groß als die Länge und die Dicke halb so groß als die Breite seyn darf. Dieses Verhältniß der Abmessungen wäre ganz richtig, wenn die Ziegel in der Mauer unmittelbar ohne Zwischenräume neben einander gesetzt werden könnten; weil aber zum richtigen Verband erfordert wird, daß die ganze Länge eines Ziegels A Figur 37. genau eben so groß ist, als die Breite zweier Ziegel B und C nebst der zwischen beiden befindlichen Fuge (Junctura, *Joint*) für den Mörtel, so muß man, wenn die Länge eines Ziegels nebst der Dicke der Kalkfuge gegeben ist, die Breite dadurch bestimmen, daß die Dicke der Kalkfuge von der Länge des Ziegels abgezogen und von dem Ueberrest die Hälfte genommen wird. Auf eine ähnliche Art könnte man die Dicke der Ziegel bestimmen, wenn es darauf ankommt, daß ein Ziegel auf die hohe Kante gesetzt, wie D. mit der Dicke zweier Ziegel einen Verband geben soll. Dieser Fall ist indessen weit seltner und man kann sich begnügen, wenn die Ziegel nur die

Tafel XXXI. Fig. 37.

die erforderliche Breite erhalten, wogegen die Dicke so anzunehmen ist, daß sie noch gut ausgebrannt werden können.

Bei den Landbauen fällt gewöhnlich die Dicke der Kalkfuge $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll stark aus; beim Bau der Futtermauern aber, welche mit dem größten Fleiß ausgeführt werden müssen, ist anzurathen, die Steine so dicht zu setzen, daß die Kalkfuge nicht stärker als $\frac{1}{4}$ Zoll wird; dies gibt bei einem $9\frac{3}{4}$ Zoll langen Ziegel, die Breite desselben $4\frac{3}{4}$ Zoll, weil $4\frac{3}{4} + 4\frac{3}{4} + \frac{1}{4} = 9\frac{3}{4}$ ist. Eben so fände man für die Dicke des Ziegels $2\frac{1}{8}$ Zoll, wofür aber $2\frac{1}{2}$ Zoll angenommen werden können. Die Klinker an den Schleusenmauern des Bromberger Kanals sind $8\frac{3}{4}$ Zoll lang, $4\frac{1}{4}$ Zoll breit und $2\frac{1}{2}$ Zoll dick. Soll der gebrannte Ziegel diese Abmessungen erhalten, so muß hienach die Ziegelform in dem Verhältniß vergrößert werden, als der Lehm beim Brennen schwindet, welches nur durch Versuche ausgemittelt werden kann.

Beim Auskarren der gebrannten Ziegel aus dem Ofen ist eine sorgfältige Auswahl derselben nöthig, indem man sie, den Ausschuß abgerechnet, in zwei oder drei Klassen eintheilt und jede besonders aufsetzen läßt. Zur ersten Klasse werden diejenigen Ziegel gerechnet, welche mit einem Theil ihrer Seitenfläche unmittelbar an die Außenseite der Mauer kommen, wozu nur die ganz tadellosen und allervorzüglichsten Steine genommen werden dürfen. Zur zweiten und dritten Klasse kommen die übrigen Steine, nach den verschiedenen Graden ihrer Güte, welche zu dem Innern der Mauer, zu den Fußbänken, Strebepfeilern u. d. gl. verwandt werden.

Man kann rechnen, daß bei der eignen Bereitung das Tausend Ziegel zu verfertigen, mit aller Arbeit etwa 3 bis 4 Rthlr. kostet, wobei aber das dazu erforderliche $1\frac{1}{2}$ Klafter kiefern Holz, welches mit den Zwischenräumen 13, Kubikfuß hält, nicht mit gerechnet ist.

Um die Anzahl der Steine zu finden, welche auf jeden Kubikfuß oder auf jede Schachtruthe Mauerwerk erfordert werden, darf man nur mit dem Inhalt des Steins, wenn vorher einer jeden seiner Dimensionen die Dicke der Kalkfuge zugerechnet ist, in 1728 dividiren, so erhält man die Zahl der Steine auf jeden Kubikfuß, und wenn dieser Quotient mit 144 multiplizirt wird, so gibt dies die auf jede Schachtruthe erforderlichen Steine.

Z. B. Ein $8\frac{3}{4}$ Zoll langer, $4\frac{1}{4}$ Zoll breiter und $2\frac{1}{2}$ dicker Stein wird mit Inbegriff der Kalkfugen 9 Zoll lang, $4\frac{1}{2}$ Zoll breit, $2\frac{3}{4}$ Zoll dick, dieses gibt für den körperlichen Inhalt $111\frac{3}{8}$, daher werden $\frac{1728}{111\frac{3}{8}} = 15\frac{1}{2}$ Steine auf jeden

den Kubikfuß, oder $15\frac{1}{2}\frac{1}{1} \times 144 = 2231$ Steine auf jede Schachtruthe Mauer ohne Bruch oder Abgang erfordert.

§. 129.

Bei aller Sorgfalt, welche auf die gute Auswahl der Steine verwandt seyn kann, wird man sich doch nicht schmeicheln können, eine tüchtige Futtermauer zu erhalten, wenn nicht das Material zum **Mörtel** mit der größten Aufmerksamkeit ausgewählt und zubereitet wird. Der Hauptbestandtheil eines jeden Mörtels ist Kalk, welcher entweder mit Sand oder einem andern Zusatz vermischt und dann gewöhnlich **Cement** genannt wird.

Der gemeine Mörtel, welchen man aus gebranntem Kalk und Sand bereitet, erhält unter Beobachtung aller erforderlichen Vorsicht eine solche Festigkeit, daß man sich des Cements nur an dem Vordertheil der Mauern bedienen darf, so weit sie vom Wasser bespült werden, und weil die Futtermauern keinen Ueberzug oder Abputz von Mörtel erhalten, so werden alsdann nur die Fugen der Steine, welche der Witterung ausgesetzt sind, mit Cement verstrichen. Um aber die Zubereitung des Mörtels richtig zu beurtheilen, muß man mit der Natur des Kalks näher bekannt seyn, weil sich alsdann die nöthigen Folgerungen leicht ableiten lassen.

Der **rohe Kalkstein** (Lederkalk, Bitterkalk), wie er aus den Steinbrüchen kommt, enthält, wenn er rein ist, weiter keine Bestandtheile als Kalkerde, Kohlensäure *) und Wasser, wie dies beim carrarischen Marmor und Kalkspath der Fall ist. Je mehr fremde Stoffe, als Thonerde, Kieselerde, Eisen u. d. gl. dem Kalkstein beigemischt sind, desto weniger ist derselbe rein, dabei ist aber zum Gebrauch als Kalkmörtel das Eisen und die Kieselerde, wenn die Quantität nicht zu groß ist, ohne Nachtheil, wogegen zu viel Thonerde, wie beim Mergelkalk, sehr schädlich wird, weil der Mörtel alsdann weniger bindende Kraft erhält und beim Brennen des Kalks leicht ein Verglasen durch die Verbindung der Thonerde mit der Kalkerde entstehet. Nur durch eine chemische Zerlegung lassen sich die Bestandtheile eines Kalksteins genau angeben und wenn gleich hierunter eine große Verschiedenheit herrscht, so läßt sich doch ungefähr annehmen, daß

*) Der ältere Name war Luftsäure. Ueber die besondern Eigenschaften dieser Säure sehe man Hermbstädt allgemeine Experimentalchemie, 1. Band, 2te Aufl. S. 248 u. f., weil es hier zu weit vom Hauptgegenstande abführen würde, die umständliche chemische Auseinandersetzung zu geben, da überdies bei jedem Baumeister chemische und physikalische Vorkenntnisse vorausgesetzt werden müssen.

daß ein zum Kalbbrennen geschickter roher Kalkstein etwa von seinem ganzen Gewichte die Hälfte Kalkerde, $\frac{2}{5}$ Kohlensäure, $\frac{1}{50}$ Wasser und zwischen $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{10}$ fremde Stoffe, als Thonerde, Kieselerde, Eisen ꝛc. enthalte.

Es ist bekannt, daß der Kalkstein vor seiner Bereitung zum Mörtel im Kalkofen gebrannt, hierauf mit Wasser gelöscht und mit dem erforderlichen Sande zum Mörtel vermischt werden muß, und dieser verarbeitete Mörtel öfters so erhärtet, daß er mit den Steinen gleiche Festigkeit erhält. Diese Erscheinung läßt sich aus den Bestandtheilen des rohen Kalksteins und den damit vorgegangenen Veränderungen erklären. Denn sobald der rohe Kalkstein in den Ofen kommt und das Feuer auf denselben wirkt, so verbindet sich der Wärmestoff mit dem im rohen Steine befindlichen Wasser und es entweichen Dämpfe; eben so verbindet sich der Wärmestoff wegen seiner nähern Verwandschaft mit der Kohlensäure, und entweicht als kohlensaures Gas. Die Kalkerde bleibt alsdann mit Wärmestoff gebunden als **gebrannter** oder **lebendiger Kalk** (Calx cocta, *Chaux vive*) zurück, welcher seine Beimischung von Kohlensäure und Wasser verlohren hat. Das Gewicht dieses gebrannten Kalks beträgt nun etwas mehr als die Hälfte des vorherigen rohen Kalksteins.

Die reine Kalkerde oder der gebrannte Kalk äußert ein starkes Bestreben, sich mit Wasser zu verbinden, daher derselbe sogar an der feuchten Luft zerfällt. Wird Wasser darauf gegossen, so entsteht eine Verbindung mit der reinen Kalkerde, der vorher gebundene Wärmestoff, welcher weniger Verwandschaft oder Affinität zur Kalkerde hat, wird frei, und es entsteht Hitze. So wie nun vorher der rohe Kalkstein aus Kalkerde, Kohlensäure und Wasser, und der gebrannte aus Kalkerde und Wärmestoff bestand, so heißt jetzt, nachdem die Kalkerde mit Wasser verbunden und der Wärmestoff frei ist, der durch das Löschen erhaltene Kalk, **gelöschter** oder **Weißkalk** (Calx extincta, *Chaux éteinte*), welchem nur noch die Kohlensäure fehlt, um wieder fester Kalkstein zu werden. So groß auch das Bestreben der reinen Kalkerde ist, sich mit Wasser zu verbinden, so ist doch ihre Verwandschaft zur Kohlensäure nur äußerst gering. Dagegen hat das Wasser eine große Verwandschaft zur Kohlensäure, und weil sich diese überall in der Atmosphäre verbreitet findet, so vereinigt sie sich leicht mit dem Wasser des gelöschten Kalks und verbindet sich nach der Abdünstung des Wassers mit der Kalkerde zum Kalkstein. So bemerkt man auf der Oberfläche des gelöschten Kalks, wenn er eine Zeit lang in der Kalkgrube unbedeckt gestanden hat, eine feste steinartige Rinde. Dieser Kalkrahm ist wahrer Kalkstein, wel-

cher

cher durch die Verbindung der Kohlensäure mit der Kalkerde entstanden ist und durch diese Verbindung nunmehr die wichtige Eigenschaft wieder erhalten hat, daß er im Wasser unauflöslich ist, wogegen der Weißkalk im Wasser sehr leicht aufgelöst werden kann. Es ist also das Wasser, welches der Kalkerde die Kohlensäure wieder zuleitet und beim Austrocknen solche in dem Kalke zurückläßt, wogegen der trockne Weißkalk sehr lange mit Kohlensäure im trocknen Zustande oder mit kohlensaurem Gas umgeben seyn kann, ohne sich mit der Kohlensäure zum Kalkstein zu verbinden.

Der Kubikfuß roher Rüdersdorfer Kalkstein wiegt 158 bis 160 Berliner Pfund. Wird derselbe gehörig gebrannt, so behält er seinen vorherigen Umfang, verliert aber einen Theil seines Gewichts und wiegt nur noch 84 bis 88 Pfund, und wenn man denselben mit Wasser löscht, so daß alle Kalktheile sich auflösen, und ein dicker Brei daraus wird, wozu etwa $2\frac{1}{2}$ Kubikfuß Wasser erfordert werden, so erhält man im Durchschnitt 3 Kubikfuß gelöschten Kalk, wovon jeder Kubikfuß 81 bis 83 Pfund wiegt. Diese Vermehrung durch das Löschen wird das Gedeihen des Kalks genannt. Wird der Kalk sogleich, wie er aus dem Ofen kommt, gelöscht, so gedeiht derselbe besser, als wenn er eine Zeit lang ungelöscht gestanden hat.

Sehr lehrreiche Untersuchungen über den Kalk und den daraus zu bereitenden Mörtel, verdankt man dem Hrn. Geh. Ober-Bau-Rath Simon in seiner Abhandlung über die Natur des Kalksteins, in der Sammlung von Aufsätzen und Nachrichten die Baukunst betreffend, Jahrgang 1799. 2ter Band, S 96 u. f. und Jahrg. 1800. 1r Bd. S. 53—78, so wie auch die ältere Forstersche Anleitung, den Kalk und Mörtel zu bereiten, Berlin 1782. mit zu den besten hieher gehörigen Schriften gerechnet werden kann. Weit weniger befriedigend ist die Zieglersche Beantwortung der Preisfrage: über die Ursachen der Festigkeit alter römischer und gothischer Gebäude, Berlin 1776.

§. 130.

So lange der Weißkalk noch nicht mit Kohlensäure verbunden ist, besitzt er vorzüglich die Eigenschaft, wenn er im nassen Zustande an Steine und vorzüglich an Kiesel gebracht wird, daß nach der Entweichung des Wassers und der hinlänglichen Verbindung mit Kohlensäure, eine so feste Vereinigung zwischen dem Kalk und Kiesel entsteht, daß es weit leichter ist, den Kalk unter sich zu trennen, als die Vereinigung zwischen den beiden von einander verschiedenen Kör-

pern aufzuheben. Hievon giebt altes Mauerwerk den überzeugenden Beweis und es läßt sich einsehen, weshalb der Sand, welcher dem gelöschten Kalk beigemischt wird, einen weit festern Mörtel geben muß, als wenn der Weißkalk ohne Sand vermauert würde. Es muß daher auch bei der Zubereitung eines guten gebrannten Kalks zum Mörtel nur so viel Kalk verwandt werden, als die Zwischenräume unter den Sandkörnern erfordern, weil hiedurch zugleich der Vortheil erhalten wird, daß der Mörtel bei der Austrocknung keine Risse erhält oder zu sehr schwinden kann. Aus dem Vorhergehenden ergibt sich nun, wie wichtig es vorzüglich bei Wasserbauen zur Erhaltung eines festen Mörtels ist, daß der gelöschte Kalk erst nach der Vermaurung mit Kohlensäure verbunden, daß also, um diese zu frühe Vereinigung zu verhindern, der gebrannte Kalk gegen den Zutritt der Feuchtigkeit und Kohlensäure gesichert, und der Mörtel so schnell wie möglich vermauert werde. Auch läßt sich einsehen, unter welchen Umständen die Aufbewahrung des gelöschten Kalks zulässig ist, wenn nemlich dafür gesorgt wird, daß derselbe in einer tiefen Grube durch Bedeckung mit Sand, gegen allen Zutritt der Luft gesichert ist, damit die Kohlensäure keine Verbindung mit dem Kalk eingehen kann. Der Vorzug, welchen man dem in Gruben aufbewahrten Kalke zuschreibt, kann nur darin bestehen, daß sich die weniger auflöslichen Kalktheile inniger mit dem Wasser verbinden, dagegen ist es immer vortheilhafter, einen gut gelöschten Kalk gleich zu verarbeiten, weil man alsdann versichert ist, daß derselbe noch wenig Kohlensäure aufgenommen hat, und daher ein festes Mauerwerk erwartet werden kann.

Die folgenden Vorschriften zur Bereitung eines tüchtig bindenden Mörtels, werden sich leicht aus dem beschriebenen Verhalten des Kalks in seinem dreifachen Zustande, als roher Kalkstein, gebrannter Kalk und gelöschter Kalk erklären lassen.

§. 131.

Zum Brennen des Kalks wird gewöhnlich ein Zeitraum von 5 bis 8 Tagen erfordert, indem das Brennen mit einem gelinden Schmauchfeuer zum Abtreiben der Feuchtigkeit aus den Steinen anfängt, und nur wenn alle Steine tüchtig durchgewärmt sind, und die Flamme, ohne zu verlöschen, zwischen den Steinen spielt, welches etwa in 36 bis 48 Stunden geschiehet, wird das Feuer so weit verstärkt, bis alle Steine durchgeglüht, die Kohlensäure als kohlensaures Gas ausgetrieben und der Brand beendet ist. Die entstehende rothe und violette Farbe der Flamme zeigt an, daß der Kalk noch nicht gar ist, und nur wenn die Flamme

gelb



gelb wird, kann man dies als ein Kennzeichen des gar gebrannten Kalks ansehen. Mit dem Feuern wird alsdann nicht weiter fortgefahren, sondern man läßt alle Oeffnungen verschließen, damit die noch vorhandene Wärme nicht zu schnell verfliegt, und erst nach drei bis vier Tagen wird der gebrannte Kalk ausgekarrt und sorgfältig in Tonnen gegen Nässe und die Einwirkung der feuchten Luft gesichert. Uebrigens ist die Furcht ganz ungegründet, daß der Kalkstein durch zu lange Einwirkung des Feuers todtgebrannt und zum Mörtel untauglich werde.

Auf den Prahm Kalksteine zu brennen rechnet man 8 bis 8½ Klafter kiefern Holz von 108 Kubikfuß; ist hingegen der Ofen nur leicht und oben offen erbaut, so werden besonders in kleinen Oefen wohl 12 Klafter Holz auf den Prahm Kalksteine erfordert. Jeder Prahm Steine giebt 50 bis 54 Tonnen gebrannten Kalk, und jede Tonne 12 bis 14 Kubikfuß gelöschten, so daß auf den Prahm etwa 600 Kubikfuß gelöschten Kalk gerechnet werden können. Die Tonnen, in welchen der gebrannte Kalk verkauft wird, heißen zwar Vierscheffel-Tonnen, ihr Inhalt beträgt aber nur 6¾ Kubikfuß, welcher von 4 Berliner Scheffel um ¾ Kubikfuß abweicht. Die Tonne Steinkalk wiegt 3½ bis 3¾ Centner.

Ueber das Kalkbrennen findet man Nachricht in einer kleinen Schrift von *Fourcroy de Ramecourt*, l'art de Chaufournier à Paris 1766. Fol., deren deutsche Uebersetzung sich unter dem Titel: die Kalkbrennerkunst, im siebenten Bande des Schauplatzes der Künste und Handwerker. Leipzig und Königsberg 1768. befindet. Ferner in J. C. Eisele Abhandlung über das Steinkalkbrennen mit Torf. Berlin 1793.

§. 132.

Zur Bereitung des Mörtels erklärt Vitruv (2tes Buch, 4tes Kap.) denjenigen Sand für den besten, welcher aus Gruben erhalten wird und knirscht, wenn man ihn in der Hand reibt, auch weder Schmutz noch Erde zurückläßt, wenn er auf ein weißes Kleid geworfen wird. Weniger gut ist der Flußsand und der Meersand wird unbrauchbar wegen der beigemischten Salztheile.

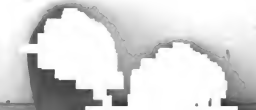
Der Grubensand, welcher nicht zu fein ist, so daß er in Triebsand übergeht, ist dann allem übrigen vorzuziehen, wenn er eine rauhe, beinahe eckigte Oberfläche hat und keine Erdtheile enthält, welches man auch daran erkennt, wenn er das reine Wasser nicht trübt. Ist der Sand zu grobkörnig und hat man keinen andern, so muß man denselben mit dem Spaden durch ein eisernes

schreg gestelltes Grandsieb werfen, damit die größern zum Mörtel unbrauchbaren Steine vor dem Siebe liegen bleiben; so wie man auch den unreinen mit Erdtheilen vermischten Sand dadurch von den feinen Erdtheilen absondert, daß man ihn gegen ein schreg gestelltes feines Drathsieb wirft, durch welches die feinen Erdtheile fallen. Es ist aber besser, den mit Erdtheilen gemischten Sand ganz zu vermeiden.

Der Flußsand, wenn er gleich öfters weniger Erdtheile als der Grubensand enthält, ist doch wegen seiner abgerundeten Oberfläche nicht so gut wie letzterer, und wenn man sich in besondern Fällen des Seesandes zum Mörtel bedienen muß, so ist es nothwendig, denselben vorher auszusüßen, d. h. mit Fluß- oder Brunnenwasser auszuwaschen, damit keine Salztheile in demselben bleiben.

Die Vortheile, welche durch die Beimischung des Sandes zum Kalke entstehen, sind bereits angeführt, und weil der Mörtel die meiste Festigkeit erhält, wenn der Kalkbrei nur eben zureicht, jedes Sandkörnchen mit einer dünnen Rinde zu umgeben und die Zwischenräume des Sandes auszufüllen, so kann man auf jeden Kubikfuß gelöschten rüdersdorfer Kalk 3 Kubikfuß Sand zusezzen, ohne daß der Mörtel zu mager wird. Dies setzt aber voraus, daß der Kalkstein von guter Beschaffenheit und beim Brennen und Löschen alle Vorsicht beobachtet sey; sonst kann man nur $2\frac{1}{2}$ Kubikfuß Sand auf den Kubikfuß gelöschten Kalk rechnen, welches auch dann der Fall ist, wenn der gebrannte Kalk vor dem Einlöschen eine geraume Zeit gestanden hat, so daß demselben auch öfters nur 2 Kubikfuß Sand zugesetzt werden können. Nimmt man als Mittelzahl $2\frac{1}{2}$ Kubikfuß, so kommen auf 2 Kubikfuß gebrannten oder ungebrannten Kalkstein 12 bis 15 Kubikfuß Sand.

Um den Sand nach der Größe der Körner bestimmter einzutheilen, so könnte man unter groben Sand denjenigen verstehen, welcher durch ein Drathsieb fällt, dessen Maschen ein zwölftel Zoll weit sind, der aber vor einem Drathsiebe mit ein achtzehntel weiten Maschen liegen bleibt. Gemeiner oder ordinärer Sand wäre alsdann derjenige, welcher durch ein Drathsieb mit ein achtzehntel Zoll weiten Maschen fällt und vor einem mit ein zwei und dreißigstel Zoll weiten Maschen liegen bleibt; so wie unter feinem Sande derjenige verstanden werden könnte, welcher durch Siebe fällt, deren Maschen nur ein zwei und dreißigstel Zoll weit sind. Den Sand, welcher aus ganz runden kugelförmigen Körnern besteht, kann man mit Herrn Forster Perlsand nennen, so wie derjenige Sand,



Sand, dessen Körner dicker als ein zwölftel Zoll sind, Grand (*Gravier*) heißen kann.

Die Zwischenräume des Grandes sind größer als im groben Sande, und in diesem größer als im feinen, daher bei der Bereitung des Mörtels mehr feiner als grober Sand zugesetzt werden kann.

§. 133.

Zum Löschen des Kalks wird das reinste Wasser erfordert, daher das Regenwasser den Vorzug verdient, auch ist das reine geschmacklose Flußwasser dem Brunnenwasser vorzuziehen. Sobald der gebrannte Kalk in der Löschbank ausgebreitet und nur mit so viel Wasser übergossen worden, als zum Zerfallen und Auflösen des Kalks nöthig ist, wird derselbe, sobald der größte Theil der Steine zerfallen ist, mit der Kalkhacke so lange tüchtig durchgearbeitet, bis sämmtliche Steine im Wasser aufgelößt sind. Außer dem guten Durcharbeiten des Kalks ist noch zu bemerken, daß nicht zu viel Wasser zugegossen oder der Kalk ersäuft wird; er muß daher, wenn man in den fertig bearbeiteten Kalk eine Mauerkelle steckt und sie wieder herauszieht, nicht wie Wasser von der Kelle abtröpfeln, sondern es muß eine dünne, beinahe undurchsichtige Kalkschicht an der Kelle hängen bleiben. Dieses Ersäufen des Kalkes ist aber weit weniger nachtheilig, als wenn man dem Mörtel zu viel Wasser zusetzt, obgleich auch beim Kalklöschen zu viel Wasser unnütz, auch wohl schädlich ist. Das überflüssige Wasser beim Löschen kann man leicht ablassen, weil sich der Kalk bald auf den Boden setzt und das überflüssige Wasser alsdann über demselben stehen bleibt. An jedem Tage sollte beim Wasserbau nicht mehr Kalk gelöscht werden, als zum Mörtel verbraucht wird, und so schwierig auch die Anwendung dieser Regel ist, so muß man solche doch so viel als nur immer möglich ist, in Ausübung zu bringen suchen. Wäre man genöthigt, den gelöschten Kalk einige Tage aufzubewahren, so muß er wohl bedeckt stehen, damit der Zugang der Luft und des Regens abgehalten wird; Mörtel aber muß durchaus zu Wasserbauen sogleich verbraucht werden, sobald er fertig ist. Bei der Bereitung des Mörtels (Mortarium, *Mortier*), wird der Sand, welcher am besten aus Körnern von verschiedener Größe bestehet, mit dem Kalke schnell hintereinander tüchtig durchgearbeitet, um sowohl eine gleichförmige Vertheilung des Kalkes zwischen den Sandkörnern zu bewirken, als auch die Arbeitszeit möglichst zu verkürzen, damit sich vor der Vermaurung des Mörtels nicht zu viel Kohlensäure bindet; wodurch

wodurch dem Mörtel die Fähigkeit geraubt wird, mit den Steinen eine festzusammenhängende Masse zu bilden. Es ist daher nichts ärgerlicher, als wenn die Arbeiter bei der Bereitung des Mörtels sich so pflegmatisch benehmen, als wenn das, was heute nicht geschieht, morgen nachgeholt werden könnte, weshalb man um so mehr für öftere Ablösung sorgen muß.

Ein Kennzeichen, daß der Mörtel gehörig bereitet ist, erhält man durch die Mauerkelle, wenn beim Ausstechen keine einzelne unzertheilte Kalkklümpchen zum Vorschein kommen, und wenn beim vertikalen Ausziehen der Kelle aus dem Mörtel die Kelle nicht so aussieht, als wenn sie aus dem Wasser gezogen wäre, aber auch keine steife einzelne Klumpen Mörtel an derselben hängen bleiben, sondern der Mörtel wie ein klebriger Brei an der breiten Fläche der Kelle hängt.

Der auf diese Art bereitete Mörtel, wo der Kalk keinen weitern Zusatz als Sand erhalten hat, soll zur Unterscheidung von andern Mörteln oder Cementen, Sandmörtel genannt werden. Er wird zu allen Mauerwerken beim Wasserbau verwandt, welche nicht unmittelbar an das Wasser kommen; will man sich desselben bei der Hintermaurung solcher Wassergebäude bedienen, welche nach vollendetem Bau unter der Oberfläche des Wassers stehen, so muß man die Ueberzeugung haben, daß er vor der Wegschaffung der Fangdämme hinlänglich ausgetrocknet sey.

Rechnet man auf den Kubikfuß gelöschten Kalk $2\frac{1}{2}$ Kubikfuß Sand, oder auf den Kubikfuß ungelöschten Kalk 6 bis 7 Kubikfuß Sand, so giebt dies auf die Tonne Kalk von $6\frac{3}{4}$ Kubikfuß, 4 Fuhren Sand von 10 Kubikfuß. Ist der Kalk beim Einlöschen nicht frisch gebrannt, so können nur 4 Fuhren Sand zu 8 Kubikfuß gerechnet werden.

Auf die Schachtruthe Mauerwerk von Bruchsteinen mittelmäßiger Größe rechnet man eine Tonne Kalk. Eben so bei Feldsteinen und Mauerziegeln mit gewöhnlichen Fugen. Wenn aber der Kalk nicht frisch gebrannt ist, oder die Bruch- und Feldsteine von kleiner Form sind, so wird $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Tonne mehr gerechnet.

§. 134.

Ein wesentliches Erforderniß eines jeden Wassermörtels besteht darin, daß er schnell genug erhärte, und selbst in dem Falle, wenn er noch feucht unter das Wasser gebracht wird, die nöthige Festigkeit zur Verbindung der Steine erhal-

halte. Hierzu trägt derjenige Kalk ungemein viel bei, welcher gleich nach dem Brennen gelöscht und zu Mörtel bereitet vermauert wird; nur daß man alsdann denselben nicht mit lauter Sand versetzt, sondern zur einen Hälfte der Beimischung Sand, und zur andern Hälfte sehr harte klein gestoßene Ziegel oder Dachsteine nimmt, so daß auf jeden Kubikfuß gelöschten Kalk, ein bis $1\frac{1}{4}$ Kubikfuß Sand und eben so viel klein gestoßene Ziegel kommen.

Der so bereitete Mörtel kann zur Unterscheidung von den übrigen gemeiner Wassermörtel oder rother Mörtel genannt werden; und wenn er gleich schneller als der Sandmörtel erhärtet, so muß man ihn doch nicht früher in unmittelbare Berührung mit dem Wasser bringen, als bis er ausgetrocknet ist, wodurch er wesentlich von dem noch zu beschreibenden Cement verschieden ist, welcher im Wasser erhärtet.

Um die Ziegel bei einem bedeutenden Baue mit weniger Kosten klein zu stoßen, kann man an einem fließenden Wasser ein Rad zur Betreibung eines Stampfwerks anlegen, noch besser aber wird das Ziegelmehl auf einer Mühle bereitet, bei welcher eine etwa 5 Fuß hohe und 2 Fuß breite, sehr schwere und an ihrem Umfange mit Eisen beschlagene Walze auf einer andern herumrollt, wie solches Figur 38. näher nachweiset. Der Läufer wird von einem Pferde bewegt und die Maschine selbst beschreibt Perronet, (Descript. p. 121.) mit der Bemerkung, daß durch ein Pferd mit Hülfe eines Menschen, täglich 15 Kubikfuß Ziegelmehl bereitet worden.

Tafel XXXI. Fig. 38.

Beim Vermauern eines jeden Mörtels ist das plötzliche Austrocknen nachtheilig, weil sonst die Kohlensäure sich nicht mit dem Kalk verbinden und ihn in Stein verwandeln kann. Wird daher der Mörtel zwischen sehr trockne und überdies poröse Steine gebracht, welche viel Wasser verschlucken können, so entziehen diese dem Mörtel schnell die Feuchtigkeit und er verliert seine bindende Kraft, welches nicht erfolgt, wenn die Feuchtigkeit des Mörtels allmählig entweicht. Es müssen daher, ein festes Mauerwerk zu erhalten, alle Mauersteine unmittelbar vor dem Vermauern tüchtig angefeuchtet werden.

Der vorhin beschriebene rothe Mörtel kann auch zum Ausstreichen der Fugen bei Werkstücken angewandt werden, wenn solche nicht unter dem Wasserspiegel liegen; auch bedient man sich desselben zum Ausgießen der über dem Wasserspiegel liegenden Werkstücke, in diesem Falle müssen aber der Sand und die gestoßenen Ziegel vor der Beimischung durchgesiebt werden, damit keine grobe Körner unter den Mörtel kommen.

§. 135.

§. 155.

Durch die Beimischung sehr feiner Eisentheile, welche aber noch nicht vom Rost angegriffen sind, erhält der Mörtel eine sehr vermehrte bindende Kraft, und erhärtet noch schneller, auch selbst unter dem Wasser. Weil aber dieser Zusatz zu kostbar ist, um im Großen ausgeführt zu werden, so kann solcher nur selten in Anwendung kommen, und man bedient sich daher der Puzzolane oder in unsern Gegenden des Trasses, als Beimischung zum Kalk, weil die Puzzolane noch theurer als der Traß ist.

Der Traß oder Terras, (*Terrasse de Hollande*), ist eine aufgeschwemmte vulkanische Gebirgsart, welche von grauer rothgelber Farbe am Rhein in den vormaligen Trier und Cöllnischen Ländern, besonders aber bei Andernach, in großen Stücken von ungleicher Größe und rauher Oberfläche, unter dem Namen Tuffstein gegraben oder gebrochen wird. Von hier wird er in ganzen Stücken nach Holland, vorzüglich aber nach den Städten Dordrecht und Rotterdam gebracht, daselbst auf Traßmühlen zu Pulver gestampft, gesiebt, in Tonnen gepackt und zum Gebrauche versendet. Der Traß darf nicht lange an der freien Luft liegen, weil er sonst einen Theil seiner bindenden Kraft verliert, auch hat er die Eigenschaft, daß er sich sehr leicht mit dem Wasser vermischt, und alsdann etwas aufquillt. Im Durchschnitt kann man annehmen, daß die Hälfte von der Masse des Trasses dem Gewichte nach aus Kieselerde, der fünfte Theil aus Eisen und $\frac{1}{4}$ aus Thon und Kalkerde bestehet. Dieser bedeutende Antheil von Kieselerde und Eisen macht ihn als Zusatz zum Kalk geschickt und hierin ist die durch Erfahrung bestätigte bindende Kraft desselben und sein baldiges Erhärten unter dem Wasser zu suchen. Denn wenn gleich der Traß ohne Beimischung von frisch gelöschtem Kalk als Mörtel untauglich ist, so erhalten doch beide Körper durch die Vermischung mit einander, wenn übrigens nichts vernachlässigt wird, die Fähigkeit, sehr bald unter dem Wasser zu erhärten. Dem in Tonnen verpackten gelblichen Traß gibt man vor andern den Vorzug.

Zur Bereitung des Cements aus Kalk und Traß wird auf jeden Kubikfuß gelöschten Kalk ein Kubikfuß pulverisirter Traß genommen. Der Kalk muß gleich nach dem Löschen ohne Beimischung von Wasser, aber doch in einem so feuchten Zustande, daß wenn man etwas davon mit der Kelle aussticht, solches nur so eben noch auf derselben liegen bleibt, mit dem Traß vermischt und mit der Kalkschaufel auf einer reinen hölzernen Unterlage unter einander gearbeitet werden. Sobald der trockne Traß größtentheils mit dem Kalke verbunden ist, wird





wird die Masse mit Schlageisen oder eisernen Schaufeln ununterbrochen so lange geschlagen, bis man in der Masse kein einzelnes Körnchen mehr findet, und der Cement so weich wie Butter ist. Diese Weichheit muß er aber nicht durch Zugießen von Wasser, sondern durch das Schlagen erhalten, und weil durch das Anfeuchten die Arbeit viel leichter, aber der Cement auch weniger bindend wird, so müssen die Cementschläger unter guter Aufsicht gesetzt werden. Der fertige Cement ist noch an demselben Tage zu vermauern, weil er sonst bei einer guten Zubereitung erhärtet, auch muß man ihn während der Arbeit und bis zum Gebrauche gegen die Sonne schützen. Sollte einiger Cement auf den folgenden Tag übrig bleiben, so muß derselbe in bedeckten Kasten aufbewahrt und am andern Tage mit einer Beimischung von Kalk und Traß wieder geschlagen werden.

Dieser Cement, welcher zu jedem Mauerwerk unter dem Wasser mit Nutzen angewandt wird, dient auch zum Ausstreichen der Fugen bei Ziegelmauern und Werkstücken, so weit solche vom Wasser bespült werden. Es müssen aber zuvor die Steine, welche vermauert werden sollen, eben so wie bei jedem Kalkmörtel tüchtig genäßt, auch die Fugen, welche man ausstreichen will, mit dem Mauerpinsel ausgewaschen werden.

Bei der Bereitung dieses Cements ist noch zu bemerken, daß bei demjenigen, welcher zum Vergießen der Werkstücke und zum Ausstreichen der Fugen erfordert wird, der zuzusetzende Traß vorher gesiebt werden muß, weil es sehr nachtheilig seyn würde, wenn beim Vergießen der Werkstücke grobe Körner im Cement enthalten wären. Zum übrigen Mauerwerk, bei welchem Cement gebraucht wird, ist das Durchsieben des Trasses nicht nothwendig; auch kann man zur Ersparung der Kosten wegen des Trasses, auf jeden Kubikfuß gelöschten Kalk einen Kubikfuß Traß und einen Kubikfuß gestoßene Ziegel nehmen. In der Schrift: Gesammelte Nachrichten von dem in den vereinigten niederländischen Provinzen gebräuchlichen Cemente aus Trasse, S. 16. wird eine Mischung, welche aus 3 Theilen Kalk, 2 Theilen Traß und 2 Theilen Sand bestehet, Bastart oder unächter Traß, dagegen der anfänglich beschriebene bei uns gebräuchliche, starker Traß genannt.

Durch mehrmaliges Ausmessen und Abwiegen habe ich gefunden, daß von dem Traß, so wie er in Tonnen pulverisirt aus Holland kommt, wenn er ganz trocken und nur durch das Schütteln und Anstoßen zusammen gedrückt ist, der rheinländische Kubikfuß zwischen 62 bis 67 Berliner Pfund wiegt, oder daß auf

den Centner $1\frac{3}{4}$ Kubikfuß gehen. Die Tonnen, in welchen der Traß aus Holland kommt, sind von verschiedener Größe.

Auf die Tonne gebrannten Kalk von $6\frac{1}{4}$ Kubikfuß, rechnet man 11 bis 12 Centner Traß, woraus etwa 42 Kubikfuß Mörtel bereitet werden. Bei einer sorgfältigen Mauerarbeit, wo die Fugen der Klinker höchstens einen viertel Zoll betragen, kann man rechnen, daß nur etwa der siebente Theil des Mauerwerks aus Cement besteht, also von der Schachtruthe Mauer etwa 20 bis 21 Kubikfuß. Es werden daher auf jede Schachtruthe Mauerwerk von Klinkern, eine halbe Tonne Kalk und 5 bis 6 Centner Traß gerechnet. Erhält der Cement noch eine Beimischung von gestoßenen Ziegeln, so wird verhältnißmäßig weniger Traß erfordert.

§. 156.

Die Bereitung eines Cements mit einem Zusatz von Puzzolane oder vulkanischer Asche, (Pulvis Puteolanus), welche in der Nähe des Vesuvs gefunden wird und mit dem beschriebenen Traß Aehnlichkeit hat, ist bei uns ihrer Kostbarkeit wegen nicht im Gebrauch. Vier Theile Puzzolane, drei Theile gut gebrannten lebendigen Kalk, zwei Theile Sand und eben so viel kleine Steinstückchen, sollen einen guten Cement geben. Ueber die Zubereitung und den Gebrauch dieses Cements kann man Vitruv's 2 B. 6 E; 5 B. 12 E. und *Faujas de Saint-Fond*, Recherches sur la Pouzolane (1778) oder von Gersdorf von der Puzzolane und deren nützlichem Gebrauche (1784) nachlesen, da letztere Schrift eine Uebersetzung der erstern enthält. Den Cement, welcher aus der Asche von Tournay (Cendrée de Tournay) bereitet wird, beschreibt Belidor in seiner Ingenieur-Wissenschaft, 1 Theil, 3. B. 5. K. Es gehört nicht hieher, noch andere Mörtel und Cemente anzuführen, weil hier eigentlich nur von denjenigen die Rede seyn soll, welcher man sich bei großen Bauausführungen in unsern Gegenden bedienen kann und die zugleich durch eine hinlängliche Erfahrung als brauchbar anerkannt sind. Wenigstens verdient hier aber noch der Loriotsche Mörtel angeführt zu werden, weil derselbe schnell erhärtet und wegen seiner bald erlangten Festigkeit und Dauer zu empfehlen wäre, wenn die Zubereitung bei großen Bauausführungen wegen des pulverisirten ungelöschten Kalks, nicht mit zu viel Beschwerlichkeiten verbunden wäre. Daß sich die Babylonier bei der Erbauung ihrer aus gebrannten Ziegeln bestandenen Futtermauern, des Erdharzes anstatt des Mörtels, nach dem Zeugniß Herodots (1 B. 168.) bedienten, verdient beiläufig angemerkt zu werden.

§. 137.

Der Ort und die Höhe der Futtermauern wird nach den verschiedenen Bedürfnissen bestimmt, bei welchen gewöhnlich keine Abänderung statt findet. Nach der Höhe der Futtermauer und des Drucks der dahinter befindlichen Erde und anderer Belastungen, welche die Futtermauer fort zu drücken streben, muß sich ihre Stärke richten, so sehr verschieden sie auch in ihrer Gestalt seyn können. Wenn ABDE Figur 39. den Querschnitt oder das Profil einer Futtermauer vorstellt, welches auf der Länge EF derselben senkrecht stehet, so nennt man AE die Krone oder Oberbreite, BD die Unterbreite, die Vertikallinie EG die Höhe, die Seite ED, welche gegen das Wasser steht, die Vorderseite und die entgegengesetzte nach der Füllerde gekehrte oder AB, die Hinterseite der Futtermauer. Sind diese Seiten nicht vertikal, sondern schief, so heißt ED die Vorder- und AB die Hinterböschung, deren Ausladungen, DG und BC andeutet, welche auch das Mauerrecht genannt werden. Zuweilen sind die Hinterseiten der Futtermauern durch Absätze oder Fußbänke (Banquets) FHK), KLB Figur 40. verstärkt, alsdann ist BL die Höhe und KL die Breite der ersten Fußbank, und eben so HK und FH die Höhe und Breite der zweiten Fußbank. Auch werden an der Hinterseite der Futtermauern zur Verstärkung Strebepfeiler (Contreforts) wie ABCDEFG Figur 41. angebracht, bei welchen AD die vordere und BC oder EF die hintere Dicke, DC die obere, FG die untere Länge genannt wird; sind die Dicken und Längen nicht verschieden, so werden sie ohne Beisatz angeführt. Durch AH wird die lichte Entfernung zweier Strebepfeiler bezeichnet.

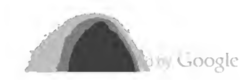
Tafel XXXI. Fig. 39.

Fig. 40.

Fig. 41.

Aus der Zusammenstellung der Resultate über die Untersuchung der erforderlichen Stärke der Futtermauern (§. 181.) ergiebt sich, daß sie um gleiche Stärke zu erhalten, den meisten Aufwand an Materialien erfordern, wenn die Vorderböschung vertikal ist, und daß mit der vermehrten Ausladung bis zu einer gewissen Grenze, auch weniger Materialien nöthig sind. Es würde hieraus folgen, daß man die Vorderböschung möglichst groß annehmen müßte, nur streitet dagegen unser Klima, weil bei einer flachen Abdachung die Steine und der Mörtel leicht verwittern, daher bei Futtermauern von Werkstücken, die vordere Ausladung nicht leicht größer als dem achten Theil der Höhe gleich genommen wird; diese Ausladung kann aber bei Ziegelmauern deshalb nicht wohl Statt finden, weil die Menge der Fugen eine solche Mauer weit mehr der Verwitterung aus-

 setzt,



setzt, theils auch weil die gebrannten Steine rechteckigte Körper (Parallelepipeden) sind, welche bei einer starken Ausladung eine unebene Mauer bilden würden und weil es zu weitläuftig ist, deshalb besonders geschmiegte Steine zu formen, welchen auch an der scharfen Kante die nöthige Festigkeit fehlen würde. Es ist daher die gewöhnliche Ausladung bei Ziegelmauern $\frac{1}{24}$ der Höhe, und nur selten wird solche bis auf $\frac{1}{18}$ der Höhe vermehrt.

Tafel XXXI. Fig. 42. Man könnte zwar dadurch, daß die gebrannten Steine senkrecht auf die äußere Böschung gesetzt würden, wie Figur 42. die Abdachung nach Willkühr annehmen, ohne die Steine zu schmiegen; allein es ist auch einleuchtend, wie sehr die Fugen dem Regen und Schnee, dem Frost und der Verwitterung ausgesetzt werden, wozu noch kommt, daß bei allen den angerühmten Vortheilen, welche dergleichen Mauerwerke gewähren sollen, das Mauern äußerst unsicher und beschwerlich ist.

Die Anlage einer Hinterböschung vermindert zwar den Materialien-Bedarf zum Mauerwerk, sie erfordert aber eine größere Grundfläche als eine vertikale Hinterseite, welches die Ausgaben für den Rost vermehrt. Mit größerem Vortheile bedient man sich zur Ersparung der Materialien doppelter Fußbänke; diese haben in Vergleichung mit den Strebepfeilern noch das voraus, daß sie durchgängig einerlei Unterbreite behalten, und wenn diese Mauern noch überdies in Entfernungen, welche der zwei- bis dreifachen Höhe gleich sind, Strebepfeiler erhalten, wie Figur 43. deren Länge der Breite beider Fußbänke, und deren Dicke dem fünften Theile der Höhe gleich ist, so verdienen solche vor den Futtermauern mit gewöhnlichen Strebepfeilern den Vorzug. (Fig. 43.)

Fig. 41. Ob man die Strebepfeiler Figur 41. an der Wurzel bei AD dünner oder dicker machen soll als am Hintertheile bei BC, darüber sind die Meinungen getheilt, weil ersteres eine größere Stabilität, letzteres aber eine stärkere Verbindung des Strebepfeilers mit der Mauer bewirkt. Der letzte Vortheil ist bei schmalen Pfeilern gegen den erstern überwiegend. Es ist aber hiebei anzurathen, die Pfeiler nicht zu schwach, aber durchgängig gleich breit zu machen, weil sie sich dann am leichtesten und mit einem tüchtigen Verband ausführen lassen, welches hiebei die Hauptsache ist.

§. 138.

Sind die übrigens tüchtig auszuführenden Futtermauern keinem andern Druck als der in gleicher Höhe mit denselben befindlichen Füllerde ausgesetzt, so können die folgenden vier Tafeln zur Bestimmung der erforderlichen Abmessun-

gen

gen dienen, so bald nur die Böschung festgesetzt und bestimmt ist, ob die Mauer mit Fußbänken, Strebepfeiler oder ohne dieselben aufgeführt werden soll. Wird hingegen neben der Krone der Mauer ein Fuhrweg angelegt, wodurch nachtheilige Erschütterungen für die Mauer und Belastungen entstehen, welche eine Verstärkung derselben nothwendig machen, so kann man sich in diesen Fällen der vier letzten von den nachstehenden Tafeln bedienen, um die Abmessungen der Mauer zu bestimmen.

Weil nur diejenige Erde, welche, wenn keine Futtermauer vorhanden ist, frei absinkt, einen Druck gegen die Futtermauer äußern kann, so müssen auch alle Belastungen, welche innerhalb dieser Grenzen über der absinkenden Erde angebracht werden, einen stärkern Druck gegen die Futtermauer äußern. Sollte daher durch eine besonders noch aufzubringende Belastung ein stärkerer Druck befürchtet werden, so sind nach der im ersten Anhang gegebenen Theorie, die Abmessungen der Mauer zu bestimmen. Uebrigens sind die folgenden Tafeln nach dieser Theorie berechnet.

Tafel I.

Tafel I.

Zur Bestimmung der Profile bei Futtermauern, wenn die Hinterseite des Profils lothrecht steht, und nichts als die in gleicher Höhe mit der Futtermauer befindliche Füllerde dagegen drückt.

Höhe der Futtermauer	Die Ausladung der Vorderböschung des Profils ist:									
	senkrecht		1/24 der Höhe		1/18 der Höhe		1/12 der Höhe		1/8 der Höhe	
	Oberbreite	Unterbreite	Oberbreite	Unterbreite	Oberbreite	Unterbreite	Oberbreite	Unterbreite	Oberbreite	Unterbreite
Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß
6	1,768	1,768	1,524	1,774	1,445	1,778	1,291	1,791	1,070	1,820
7	2,062	2,062	1,778	2,069	1,686	2,075	1,506	2,090	1,249	2,124
8	2,357	2,357	2,032	2,365	1,927	2,371	1,722	2,388	1,427	2,427
9	2,651	2,651	2,286	2,660	2,168	2,668	1,937	2,687	1,606	2,731
10	2,946	2,946	2,540	2,956	2,409	2,964	2,152	2,985	1,784	3,034
11	3,241	3,241	2,794	3,252	2,650	3,260	2,367	3,284	1,962	3,337
12	3,535	3,535	3,048	3,547	2,891	3,557	2,582	3,582	2,141	3,641
13	3,830	3,830	3,302	3,843	3,132	3,853	2,798	3,881	2,319	3,944
14	4,124	4,124	3,556	4,138	3,373	4,150	3,013	4,179	2,498	4,248
15	4,419	4,419	3,810	4,434	3,614	4,446	3,228	4,478	2,676	4,551
16	4,714	4,714	4,064	4,730	3,854	4,742	3,413	4,776	2,854	4,854
17	5,008	5,008	4,318	5,025	4,095	5,039	3,658	5,075	3,033	5,158
18	5,303	5,303	4,572	5,321	4,336	5,335	3,874	5,373	3,211	5,461
19	5,597	5,597	4,826	5,616	4,577	5,632	4,089	5,672	3,390	5,765
20	5,892	5,892	5,080	5,912	4,818	5,928	4,304	5,970	3,568	6,068
21	6,187	6,187	5,334	6,208	5,059	6,224	4,519	6,269	3,746	6,371
22	6,481	6,481	5,588	6,503	5,300	6,521	4,734	6,567	3,925	6,675
23	6,776	6,776	5,842	6,799	5,541	6,817	4,950	6,866	4,103	6,978
24	7,070	7,070	6,096	7,094	5,782	7,114	5,165	7,164	4,282	7,282
25	7,365	7,365	6,350	7,390	6,023	7,410	5,380	7,463	4,460	7,585
30	8,838	8,838	7,620	8,868	7,227	8,892	6,456	8,955	5,352	9,102
40	11,748	11,748	10,160	11,824	9,636	11,856	8,608	11,940	7,136	12,136
50	14,730	14,730	12,700	14,780	12,045	14,820	10,760	14,925	8,920	15,170
60	17,676	17,676	15,240	17,736	14,454	17,784	12,912	17,9[illegible]0	10,704	18,202

Tafel II.

Zur Bestimmung der Profile bei Futtermauern mit einer **Vorder-** und **Hinterböschung**, wenn die Oberbreite des Profils durchgängig dem sechsten Theil der Höhe gleich ist, und nichts als die in gleicher Höhe mit der Futtermauer befindliche Füllerde dagegen drückt.

Höhe der Futtermauer	Oberbreite der Futtermauer	Die Ausladung der Vorderböschung des Profils ist:				
		senkrecht	$\frac{1}{12}$ der Höhe	$\frac{1}{10}$ der Höhe	$\frac{1}{8}$ der Höhe	$\frac{1}{6}$ der Höhe
		Unterbreite	Unterbreite	Unterbreite	Unterbreite	Unterbreite
Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß
6	1,000	2,104	1,997	1,963	1,912	1,850
7	1,167	2,455	2,330	2,290	2,231	2,158
8	1,333	2,806	2,662	2,617	2,550	2,466
9	1,500	3,156	2,995	2,944	2,868	3,775
10	1,667	3,507	3,328	3,271	3,187	3,083
11	1,833	3,858	3,661	3,598	3,506	3,391
12	2,000	4,208	3,994	3,925	3,824	3,700
13	2,167	4,559	4,326	4,252	4,143	4,008
14	2,333	4,910	4,659	4,579	4,462	4,316
15	2,500	5,261	4,992	4,907	4,781	4,625
16	2,667	5,611	5,325	5,234	5,099	4,933
17	2,833	5,962	5,658	5,561	5,418	5,241
18	3,000	6,313	5,990	5,888	5,737	5,549
19	3,167	6,663	6,323	6,215	6,055	5,858
20	3,333	7,014	6,656	6,542	6,374	6,166
21	3,500	7,365	6,989	6,869	6,693	6,474
22	3,667	7,715	7,322	7,196	7,011	6,783
23	3,833	8,066	7,654	7,523	7,330	7,091
24	4,000	8,417	7,987	7,850	7,649	7,399
25	4,162	8,768	8,320	8,178	7,968	7,708
30	5,000	10,521	9,984	9,813	9,561	9,249
40	6,667	14,028	13,312	13,084	12,748	12,332
50	8,333	17,535	16,640	16,355	15,935	15,415
60	10,000	21,042	19,968	19,626	19,122	18,498

Tafel III.

Tafel III.

Zur Bestimmung der Profile bei Futtermauern, welche mit einer Fußbank versehen sind, und nichts als die in gleicher Höhe mit der Futtermauer befindliche Füllerde dagegen drückt.

Höhe der Futtermauer	Oberbreite der Futtermauer	Die Ausladung der Vorderböschung des Profils ist:					
		senkrecht			¼ der Höhe		
		Unterbreite	Höhe der Fußbank	Breite der Fußbank	Unterbreite	Höhe der Fußbank	Breite der Fußbank
Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß
6	1,000	1,768	2,607	0,769	1,774	2,063	0,524
7	1,167	2,062	3,042	0,897	2,069	2,407	0,612
8	1,333	2,357	3,476	1,025	2,365	2,751	0,699
9	1,500	2,651	3,911	1,153	2,660	3,095	0,787
10	1,667	2,946	4,345	1,281	2,956	3,439	0,874
11	1,833	3,241	4,780	1,409	3,252	3,783	0,961
12	2,000	3,535	5,214	1,537	3,547	4,127	1,049
13	2,167	3,830	5,649	1,665	3,843	4,471	1,136
14	2,333	4,124	6,083	1,793	4,138	4,815	1,224
15	2,500	4,419	6,518	1,921	4,434	5,159	1,311
16	2,667	4,714	6,952	2,050	4,730	5,502	1,398
17	2,833	5,008	7,387	2,178	5,025	5,846	1,486
18	3,000	5,303	7,821	2,306	5,321	6,190	1,573
19	3,167	5,597	8,256	2,434	5,616	6,534	1,661
20	3,333	5,892	8,690	2,562	5,912	6,878	1,748
21	3,500	6,187	9,125	2,690	6,208	7,222	1,835
22	3,667	6,481	9,559	2,818	6,503	7,566	1,923
23	3,833	6,776	9,994	2,946	6,799	7,910	2,010
24	4,000	7,070	10,428	3,074	7,094	8,254	2,098
25	4,167	7,365	10,863	3,203	7,390	8,598	2,185
30	5,000	8,838	13,035	3,843	8,868	10,317	2,622
40	6,667	11,748	17,420	5,124	11,824	13,756	3,496
50	8,333	14,730	21,725	6,405	14,780	17,195	4,370
60	10,000	17,676	26,070	7,686	17,739	20,634	5,244

Fort-

Fortsetzung der dritten Tafel.

Höhe der Futtermauer	Oberbreite der Futtermauer	Die Ausladung der Vorderböschung des Profils ist:					
		$\frac{1}{6}$ der Höhe			$\frac{1}{8}$ der Höhe		
		Unterbreite	Höhe der Fußbank	Breite der Fußbank	Unterbreite	Höhe der Fußbank	Breite der Fußbank
Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß
6	1,000	1,778	1,849	0,445	1,791	1,353	0,292
7	1,167	2,075	2,157	0,519	2,090	1,579	0,340
8	1,333	2,371	2,466	0,594	2,388	1,804	0,389
9	1,500	2,668	2,774	0,668	2,687	2,030	0,437
10	1,667	2,964	3,082	0,742	2,985	2,255	0,486
11	1,833	3,260	3,390	0,816	3,284	2,481	0,535
12	2,000	3,557	3,698	0,890	3,582	2,706	0,583
13	2,167	3,853	4,007	0,965	3,881	2,932	0,632
14	2,333	4,150	4,315	1,039	4,179	3,157	0,680
15	2,500	4,446	4,623	1,113	4,478	3,383	0,729
16	2,667	4,742	4,931	1,187	4,776	3,608	0,778
17	2,833	5,039	5,239	1,261	5,075	3,834	0,826
18	3,000	5,335	5,548	1,336	5,373	4,059	0,875
19	3,167	5,632	5,856	1,410	5,672	4,285	0,923
20	3,333	5,928	6,164	1,484	5,970	4,510	0,972
21	3,500	6,224	6,472	1,558	6,269	4,736	1,021
22	3,667	6,521	6,780	1,632	6,567	4,961	1,069
23	3,833	6,817	7,089	1,707	6,866	5,187	1,118
24	4,000	7,114	7,397	1,781	7,164	5,412	1,166
25	4,167	7,410	7,705	1,855	7,463	5,638	1,215
30	5,000	8,892	9,246	2,226	8,955	6,765	1,458
40	6,667	11,856	12,328	2,968	11,940	9,020	1,944
50	8,333	14,820	15,410	3,710	14,925	11,275	2,430
60	10,000	17,784	18,492	4,452	17,910	13,530	2,916

Anmerkung. Soll das Profil zwei Fußbänke erhalten, so bleiben alle hier bestimmte Abmessungen unverändert, ausgenommen daß von der hier angegebenen Höhe und Breite der Fußbank die Hälfte genommen wird, um die Höhe und Breite einer jeden von den beiden Fußbänken zu finden.

Tafel IV.

Zur Bestimmung der Profile bei Futtermauern mit Strebepfeilern, wenn nichts als die in gleicher Höhe mit der Futtermauer befindliche Füllerde dagegen drückt.

Höhe der Futtermauer	Die Ausladung der Vorderböschung ist: senkrecht – Der Futtermauer – Oberbreite	senkrecht – Der Futtermauer – Unterbreite	senkrecht – Lichte Entfernung der Strebepfeiler	1/24 der Höhe – Der Futtermauer – Oberbreite	1/24 der Höhe – Der Futtermauer – Unterbreite	1/24 der Höhe – Lichte Entfernung der Strebepfeiler	Der Strebepfeiler – Länge	Der Strebepfeiler – Dicke
Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß
6	1,427	1,427	6	1,183	1,433	6	1,50	1,2
7	1,665	1,665	7	1,308	1,672	7	1,75	1,4
8	1,902	1,902	8	1,578	1,911	8	2,00	1,6
9	2,140	2,140	9	1,775	2,150	9	2,25	1,8
10	2,378	2,378	10	1,972	2,389	10	2,50	2,0
11	2,616	2,616	11	2,169	2,627	11	2,75	2,2
12	2,854	2,854	12	2,366	2,866	12	3,00	2,4
13	3,091	3,091	13	2,564	3,105	13	3,25	2,6
14	3,329	3,329	14	2,761	3,344	14	3,50	2,8
15	3,567	3,567	15	2,958	3,583	15	3,75	3,0
16	3,805	3,805	16	3,155	3,822	16	4,00	3,2
17	4,043	4,043	17	3,352	4,061	17	4,25	3,4
18	4,280	4,280	18	3,550	4,299	18	4,50	3,6
19	4,518	4,518	19	3,747	4,538	19	4,75	3,8
20	4,756	4,756	20	3,944	4,777	20	5,00	4,0
21	4,994	4,994	21	4,141	5,016	21	5,25	4,2
22	5,232	5,232	22	4,338	5,255	22	5,50	4,4
23	5,469	5,469	23	4,536	5,295	23	5,75	4,6
24	5,707	5,707	24	4,733	5,733	24	6,00	4,8
25	5,945	5,945	25	4,930	5,971	25	6,25	5,0
30	7,134	7,134	30	5,916	7,164	30	7,50	6,0
40	9,512	9,512	40	7,888	9,554	40	10,00	8,0
50	11,890	11,890	50	9,860	11,943	50	12,50	10,0
60	14,268	14,268	60	11,832	14,331	60	15,00	12,0

Fortsetzung

Fortsetzung der vierten Tafel.

Höhe der Futtermauer	Die Ausladung der Vorderböschung ist:						Der Strebepfeiler	
	$\frac{1}{16}$ der Höhe			$\frac{1}{8}$ der Höhe				
	Der Futtermauer		Lichte Entfernung der Strebepfeiler	Der Futtermauer		Lichte Entfernung der Strebepfeiler	Länge	Dicke
	Oberbreite	Unterbreite		Oberbreite	Unterbreite			
Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß
6	1,150	1,438	6	0,952	1,452	6	1,50	1,2
7	1,288	1,678	7	1,110	1,694	7	1,75	1,4
8	1,473	1,917	8	1,269	1,935	8	2,00	1,6
9	1,657	2,157	9	1,427	2,177	9	2,25	1,8
10	1,841	2,396	10	1,586	2,419	10	2,50	2,0
11	2,015	2,636	11	1,745	2,661	11	2,75	2,2
12	2,209	2,876	12	1,903	2,903	12	3,00	2,4
13	2,393	3,116	13	2,062	3,145	13	3,25	2,6
14	2,577	3,355	14	2,220	3,387	14	3,50	2,8
15	2,762	3,595	15	2,379	3,629	15	3,75	3,0
16	2,946	3,834	16	2,538	3,871	16	4,00	3,2
17	3,130	4,074	17	2,696	4,113	17	4,25	3,4
18	3,314	4,314	18	2,855	4,355	18	4,50	3,6
19	3,498	4,553	19	3,013	4,597	19	4,75	3,8
20	3,682	4,793	20	3,172	4,839	20	5,00	4,0
21	3,866	5,033	21	3,331	5,081	21	5,25	4,2
22	4,050	5,272	22	3,489	5,323	22	5,50	4,4
23	4,234	5,512	23	3,648	5,564	23	5,75	4,6
24	4,418	5,752	24	3,806	5,806	24	6,00	4,8
25	4,602	5,991	25	3,965	6,048	25	6,25	5,0
30	5,523	7,189	30	4,758	7,258	30	7,50	6,0
40	7,364	9,586	40	6,344	9,677	40	10,00	8,0
50	9,205	11,982	50	7,930	12,096	50	12,50	10,0
60	11,046	14,379	60	9,516	14,515	60	15,00	12,0

Tafel V.

Zur Bestimmung der Profile, wenn die Hinterseite derselben lothrecht und die Mauer den Erschütterungen von Wagen u. d. gl. ausgesetzt ist.

Höhe der Futtermauer	Die Ausladung der Vorderböschung des Profils ist:									
	senkrecht		1/24 der Höhe		1/18 der Höhe		1/12 der Höhe		1/8 der Höhe	
	Oberbreite	Unterbreite	Oberbreite	Unterbreite	Oberbreite	Unterbreite	Oberbreite	Unterbreite	Oberbreite	Unterbreite
Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß
6	2,165	2,165	1,919	2,169	1,839	2,173	1,684	2,183	1,457	2,207
7	2,526	2,526	2,238	2,531	2,146	2,535	1,964	2,547	1,700	2,575
8	2,886	2,886	2,559	2,892	2,453	2,897	2,245	2,911	1,943	2,943
9	3,247	3,247	2,879	3,254	2,759	3,259	2,525	3,275	2,186	3,311
10	3,608	3,608	3,199	3,615	3,066	3,621	2,806	3,639	2,429	3,679
11	3,969	3,969	3,519	3,976	3,373	3,983	3,087	4,003	2,672	4,047
12	4,330	4,330	3,839	4,338	3,679	4,345	3,367	4,367	2,915	4,415
13	4,690	4,690	4,159	4,699	3,986	4,707	3,648	4,731	3,158	4,783
14	5,051	5,051	4,479	5,061	4,292	5,069	3,928	5,095	3,401	5,151
15	5,412	5,412	4,799	5,422	4,509	5,432	4,209	5,459	3,644	5,518
16	5,773	5,773	5,118	5,784	4,906	5,794	4,490	5,812	3,886	5,886
17	6,144	6,144	5,438	6,146	5,212	6,156	4,770	6,186	4,129	6,254
18	6,494	6,494	5,758	6,507	5,519	6,518	5,051	6,550	4,372	6,622
19	6,855	6,855	6,078	6,868	5,825	6,880	5,331	6,914	4,615	6,990
20	7,216	7,216	6,398	7,230	6,132	7,242	5,612	7,278	4,858	7,358
21	7,577	7,577	6,718	7,592	6,439	7,604	5,893	7,642	5,101	7,726
22	7,938	7,938	7,038	7,953	6,745	7,966	6,173	8,005	5,344	8,094
23	8,298	8,298	7,357	8,314	7,052	8,328	6,454	8,370	5,587	8,462
24	8,659	8,659	7,678	8,676	7,358	8,690	6,734	8,734	5,830	8,830
25	9,020	9,020	7,997	9,038	7,665	9,053	7,015	9,098	6,081	9,198
30	10,824	10,824	9,597	10,845	9,198	10,863	8,418	10,917	7,287	11,037
40	14,432	14,432	12,796	14,460	12,264	14,484	11,224	14,556	9,716	14,716
50	18,040	18,040	15,995	18,075	15,330	18,105	14,030	18,195	12,145	18,395
60	21,648	21,648	19,194	21,690	18,396	21,726	16,836	21,834	14,574	22,074

Tafel VI.

Zur Bestimmung der Profile bei Futtermauern mit einer **Vorder- und Hinterböschung**, wenn die Oberbreite des Profils durchgängig dem fünften Theile der Höhe gleich und die Mauer den Erschütterungen von Wagen u. d. gl. ausgesetzt ist.

Höhe der Futtermauer	Oberbreite derselben	Die Ausladung der Vorderböschung des Profils ist:				
		senkrecht	1/24 der Höhe	1/15 der Höhe	1/12 der Höhe	1/8 der Höhe
		Unterbreite	Unterbreite	Unterbreite	Unterbreite	Unterbreite
Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß
6	1,2	2,763	2,599	2,549	2,459	2,345
7	1,4	3,224	3,031	2,974	2,868	2,736
8	1,6	3,684	3,464	3,398	3,278	3,126
9	1,8	4,145	3,897	3,823	3,687	3,517
10	2,0	4,605	4,330	4,248	4,097	3,908
11	2,2	5,066	4,763	4,673	4,506	4,299
12	2,4	5,526	5,196	5,098	4,916	4,690
13	2,6	5,987	5,629	5,522	5,326	5,080
14	2,8	6,447	6,062	5,947	5,736	5,471
15	3,0	6,908	6,495	6,372	6,146	5,862
16	3,2	7,368	6,929	6,797	6,555	6,253
17	3,4	7,829	7,361	7,222	6,965	6,644
18	3,6	8,289	7,794	7,646	7,375	7,034
19	3,8	8,749	8,227	8,071	7,784	7,425
20	4,0	9,210	8,660	8,496	8,194	7,816
21	4,2	9,671	9,093	8,921	8,604	8,207
22	4,4	10,131	9,526	9,346	9,013	8,598
23	4,6	10,592	9,959	9,770	9,423	8,988
24	4,8	11,052	10,392	10,195	9,833	9,379
25	5,0	11,513	10,825	10,620	10,243	9,770
30	6	13,815	12,990	12,744	12,291	11,724
40	8	18,420	17,320	16,992	16,388	15,632
50	10	23,025	21,650	21,240	20,458	19,540
60	12	27,630	25,980	25,488	24,582	2[illegible],448

Tafel VII.

Für Profile mit einer Fußbank, wenn die Mauer den Erschütterungen von Wagen u. d. gl. ausgesetzt ist.

Höhe der Futtermauer	Oberbreite derselben	Die Ausladung der Vorderböschung des Profils ist:					
		senkrecht			$\frac{1}{24}$ der Höhe		
		Unterbreite	Höhe der Fußbank	Breite der Fußbank	Unterbreite	Höhe der Fußbank	Breite der Fußbank
Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß
6	1,2	2,164	2,674	0,946	2,169	2,249	0,719
7	1,4	2,525	3,119	1,125	2,531	2,623	0,839
8	1,6	2,886	3,565	1,286	2,892	2,998	0,959
9	1,8	3,246	4,010	1,446	3,254	3,373	1,079
10	2,0	3,607	4,456	1,607	3,615	3,748	1,199
11	2,2	3,968	4,902	1,768	3,977	4,123	1,319
12	2,4	4,328	5,347	1,928	4,338	4,498	1,439
13	2,6	4,689	5,793	2,089	4,670	4,872	1,559
14	2,8	5,049	6,238	2,250	5,061	5,247	1,679
15	3,0	5,411	6,634	2,411	5,423	5,622	1,798
16	3,2	5,771	7,129	2,571	5,784	5,996	1,918
17	3,4	6,132	7,575	2,732	6,146	6,372	2,038
18	3,6	6,493	8,021	2,893	6,507	6,746	2,158
19	3,8	6,853	8,466	3,053	6,868	7,122	2,278
20	4,0	7,214	8,912	3,214	7,230	7,496	2,398
21	4,2	7,575	9,358	3,375	7,591	7,871	2,518
22	4,4	7,935	9,803	3,535	8,953	7,246	2,638
23	4,6	8,296	10,249	3,696	8,314	8,621	2,758
24	4,8	8,657	10,694	3,857	9,676	8,995	2,878
25	5,0	9,017	11,100	4,017	9,037	9,370	2,998
30	6	10,821	13,368	4,811	10,845	11,244	3,597
40	8	14,428	17,824	6,428	14,460	14,992	4,796
50	10	18,035	22,280	8,035	18,075	18,740	5,995
60	12	21,642	26,736	9,642	21,690	22,488	7,194

Fortsetzung

Fortsetzung der siebenten Tafel.

Höhe der Futtermauer	Oberbreite der Futtermauer	Die Ausladung der Vorderböschung des Profils ist:					
		[illegible] der Höhe			[illegible] der Höhe		
		Unterbreite	Höhe der Fußbank	Breite der Fußbank	Unterbreite	Höhe der Fußbank	Breite der Fußbank
Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß
6	1,2	2,173	2,086	0,640	2,183	1,724	0,484
7	1,4	2,535	2,434	0,746	2,547	2,011	0,564
8	1,6	2,897	2,782	0,853	2,911	2,298	0,649
9	1,8	3,259	3,129	0,959	3,275	2,585	0,725
10	2,0	3,621	3,477	1,066	3,639	2,873	0,806
11	2,2	3,983	3,825	1,773	4,003	3,160	0,886
12	2,4	4,345	4,172	1,280	4,377	3,447	0,967
13	2,6	4,707	4,520	1,386	4,630	3,735	1,048
14	2,8	5,069	4,868	1,492	5,094	4,022	1,128
15	3,0	5,432	5,216	1,599	5,459	4,310	1,210
16	3,2	5,794	5,563	1,706	5,822	4,597	1,290
17	3,4	6,156	5,911	1,812	6,186	4,884	1,370
18	3,6	6,518	6,159	1,919	6,550	5,171	1,451
19	3,8	6,880	6,660	2,025	6,914	5,559	1,531
20	4,0	7,242	6,954	2,132	7,278	5,746	1,6[illegible]
21	4,2	7,604	7,302	2,239	7,642	6,033	1,693
22	4,4	7,966	7,650	2,345	8,006	6,321	1,773
23	4,6	8,328	7,997	2,452	8,370	6,608	1,854
24	4,8	8,690	8,345	2,558	8,734	6,895	1,934
25	5,0	9,053	8,692	2,665	9,097	7,183	2,015
30	6	10,863	10,431	3,198	10,917	8,619	2,418
40	8	14,484	13,908	4,264	14,556	11,492	3,224
50	10	18,105	17,385	5,330	18,195	14,365	4,030
60	12	21,726	20,862	6,396	21,834	17,238	4,836

Anmerkung. Soll das Profil zwei Fußbänke erhalten, so bleiben alle hier bestimmte Abmessungen unverändert, ausgenommen daß von der hier angegebenen Höhe und Breite der Fußbank die Hälfte genommen wird, um die Höhe und Breite einer jeden von den beiden Fußbänken zu finden.

Tafel VIII.

Tafel VIII.

Zur Bestimmung der Profile bei Futtermauern mit Strebepfeilern, wenn die Mauer der Erschütterung von Wagen u. d. gl. ausgesetzt ist.

Höhe der Futtermauer	Die Ausladung der Vorderböschung ist: senkrecht			$\frac{1}{24}$ der Höhe			Der Strebepfeiler	
	Der Futtermauer		Lichte Entfernung der Strebepfeiler	Der Futtermauer		Lichte Entfernung der Strebepfeiler	Länge	Dicke
	Oberbreite	Unterbreite		Oberbreite	Unterbreite			
Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß
6	1,841	1,841	6	1,597	1,847	6	1,50	1,2
7	2,148	2,148	7	1,063	2,154	7	1,75	1,4
8	2,455	2,455	8	2,129	2,462	8	2,00	1,6
9	2,762	2,762	9	2,395	2,770	9	2,25	1,8
10	3,069	3,069	10	2,661	3,078	10	2,50	2,0
11	3,376	3,376	11	2,927	3,385	11	2,75	2,2
12	3,683	3,683	12	3,193	3,693	12	3,00	2,4
13	3,990	3,990	13	3,459	4,001	13	3,25	2,6
14	4,297	4,297	14	3,725	4,309	14	3,50	2,8
15	4,604	4,604	15	3,992	4,616	15	3,75	3,0
16	4,910	4,910	16	4,258	4,924	16	4,00	3,2
17	5,217	5,217	17	4,524	5,232	17	4,25	3,4
18	5,524	5,524	18	4,790	5,540	18	4,50	3,6
19	5,831	5,831	19	5,056	5,847	19	4,75	3,8
20	6,138	6,138	20	5,322	6,155	20	5,00	4,0
21	6,445	6,445	21	5,588	6,463	21	5,25	4,2
22	6,752	6,752	22	5,854	6,771	22	5,50	4,4
23	7,059	7,059	23	6,120	7,079	23	5,75	4,6
24	7,366	7,366	24	6,386	7,386	24	6,00	4,8
25	7,672	7,672	25	6,652	7,736	25	6,25	5,0
30	9,207	9,207	30	7,983	9,233	30	7,50	6,0
40	12,276	12,276	40	10,644	12,310	40	10,00	8,0
50	15,345	15,345	50	13,305	15,388	50	12,50	10,0
60	18,414	18,414	60	15,966	18,466	60	15,00	12,0

Fortsetzung

Fortsetzung der achten Tafel.

Höhe der Futtermauer	Die Ausladung der Vorderböschung ist:						Der Strebepfeiler	
	1/18 der Höhe			1/12 der Höhe				
	Der Futtermauer		Lichte Entfernung der Strebepfeiler	Der Futtermauer		Lichte Entfernung der Strebepfeiler	Länge	Dicke
	Oberbreite	Unterbreite		Oberbreite	Unterbreite			
Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß	Fuß
6	1,517	1,850	6	1,361	1,861	6	1,50	1,2
7	1,770	2,158	7	1,588	2,171	7	1,75	1,4
8	2,022	2,467	8	1,814	2,481	8	2,00	1,6
9	2,275	2,775	9	2,041	2,791	9	2,25	1,8
10	2,528	3,084	10	2,268	3,101	10	2,50	2,0
11	2,178	3,392	11	2,495	3,411	11	2,75	2,2
12	3,034	3,700	12	2,722	3,722	12	3,00	2,0
13	3,286	4,009	13	2,948	4,032	13	3,25	2,6
14	3,539	4,317	14	3,175	4,342	14	3,50	2,4
15	3,792	4,625	15	3,402	4,652	15	3,75	3,8
16	4,045	4,934	16	3,629	4,962	16	4,00	3,2
17	4,298	5,242	17	3,856	5,272	17	4,25	3,4
18	4,550	5,550	18	4,082	5,584	18	4,50	3,6
19	4,803	5,859	19	4,309	5,893	19	4,75	3,8
20	5,056	6,167	20	4,536	6,203	20	5,00	4,0
21	5,309	6,467	21	4,763	6,513	21	5,25	4,2
22	5,562	6,784	22	4,990	6,823	22	5,50	4,4
23	5,814	7,092	23	5,216	7,133	23	5,75	4,6
24	6,067	7,401	24	5,443	7,443	24	6,00	4,8
25	6,320	7,709	25	5,670	7,753	25	6,25	5,0
30	7,584	9,250	30	6,804	9,304	30	7,50	6,0
40	10,112	12,334	40	9,072	12,405	40	10,00	8,0
50	12,640	15,417	50	11,304	15,506	50	12,50	10,0
60	15,168	18,501	60	13,608	18,608	60	15,00	12,0

Eine Vergleichung dieser Angaben mit mehrern ausgeführten Futtermauern, welche dem Erddruck hinlänglichen Widerstand geleistet haben, wird zeigen, daß die hier gegebene Abmessungen auch der Erfahrung gemäß zureichend sind. Uebrigens findet man im dritten Bande der theoretisch-praktischen Wasserbaukunst vom Herrn Hofrath Wiebeking Seite 246. u. f. mehrere Abmessungen ausgeführter Futtermauern angegeben.

§. 139.

Die Untersuchung des Bodens, worauf eine Futtermauer gegründet werden soll, bleibt einer der wichtigsten Umstände, weil hiebei das geringste Versehen die nachtheiligsten Folgen für den Bau selbst oder für die Baukasse nach sich zieht. Da die Futtermauern in der Regel nahe am Wasser angelegt werden und größtentheils mit ihrem Fundament unter dem Wasserspiegel erbaut werden müssen, so erfordert dieses, daß die Baustelle durch einen Fangdamm eingeschlossen wird, um die Mauer trocken bis über den Wasserspiegel auszuführen. Der Fangdamm wird nach den im dritten Abschnitte des ersten Hefts gegebenen Regeln angelegt und es ist vortheilhaft für das gleichförmige Setzen des Mauerwerks, wenn man denselben in der ganzen Länge der aufzuführenden Mauer anlegen kann, weil alsdann nicht zu befürchten ist, sobald nur die Mauer durchgängig in gleicher Höhe allmählig höher erbaut wird, daß sich einzelne Theile derselben ungleich setzen, da im Gegentheil, wenn der Fangdamm nicht in der ganzen Länge der anzulegenden Mauer ausgeführt wird, das zuerst erbaute Mauerstück sich schon gesetzt hat und daher mit dem noch aufzuführenden Theil in keinen guten Verband gebracht wird, wodurch wegen des ungleichförmigen Setzens der Mauer leicht Risse entstehen. Dagegen sind die Kosten wegen der mehrern Materialien bei einem langen Fangdamm bedeutend, wozu noch kommt, daß das Grundwasser bei einer großen Ausdehnung des Baues, weit schwieriger wegzuschaffen ist, als wenn man den Bau in mehrere kürzere Abschnitte eintheilt, jeden abgesonderten Theil mit einem Fangdamm umgiebt und das dahinter befindliche Wasser ausschöpft. Sind die Umstände nicht zu nachtheilig, so ist allemal anzurathen, den Fangdamm mit einem male in der ganzen Länge der aufzuführenden Futtermauer anzulegen, da schon in diesem Fall alle Sorgfalt auf die tüchtige Gründung der Mauer verwandt werden muß; noch mehr Vorsicht wird aber erfordert, wenn eine Mauer nur stückweise aufgeführt werden kann, weil alsdann jedes Setzen derselben um so nachtheiliger wird.

Den Grund, auf welchem man Futtermauern erbauen will, kann man theils durch Erdbohrer, aber noch besser nach vollendetem Fangdamm, durch unmittelbares Ausgraben untersuchen. Vorausgesetzt, daß sich die Baustelle in der Nähe des Wassers befindet, so kann man bei Felsen und sehr grobem Kies das Fundament der Mauer unmittelbar darauf legen, wenn man überzeugt ist, daß sich unter dem Kies keine weichere Erdarten befinden. Sollte von dem nahen Stro-

Strome ein Unterspülen des Fundaments zu befürchten seyn, so muß solches nicht nur tief genug gelegt, sondern auch um dasselbe eine Spundwand zur möglichen Verhütung der Unterspülung angebracht werden. Besteht der durchnäßte Boden aus Sand, festem Lehm oder sonst einer derben festen Erdart, so ist doch in den meisten Fällen, wegen des ungleichförmigen Setzens des Mauerwerks, welches von der durch das Wasser ungleich durchweichten Erde entstehen kann, und wenn es zu kostbar wird, das Fundament auf eine zu große Tiefe bis auf einen festeren Boden herunter zu setzen, eine platte hölzerne Unterlage, oder ein liegender Rost, Schwellrost, zur Aufführung der Mauer erforderlich. Daß dieser Rost so tief liegen muß, daß er nach weggebrochenem Fangdamme zu allen Zeiten noch wenigstens einen Fuß unter dem kleinsten Wasserspiegel liege, ist eine unnachläßliche Bedingung, weil sonst das Holz der Verwesung ausgesetzt ist. Der Moor- oder Torfgrund, eine schlüpfrige vom Wasser sehr leicht zu erweichende Thon- oder Mergelerde, erfordern zur Gründung einer Futtermauer einen Pfahlrost (Pilotage), und vor diesem sowohl als vor dem liegenden Roste ist eine Spundwand nöthig, wenn man das Unterspülen des Grundes der Mauer vom nahen Wasser befürchtet.

Bei der Anordnung eines Pfahlrostes sind alsdann vorzüglich sehr starke Grundpfähle zu wählen, wenn der Grund sehr locker ist und zu befürchten steht, daß durch den Seitendruck der Erde, die Grundpfähle im weichen Boden gebogen werden könnten.

§. 140.

Tafel XXXII. Fig. 44.

Ein liegender Rost bestehet aus Langschwellen AB Fig. 44., welche auf Querschwellen CD gestreckt und mit einer Bebohlung EFGH versehen werden, auf welche das Mauerwerk kommt. Nach der verschiedenen Breite der Futtermauer müssen mehrere Langschwellen parallel neben einander gelegt werden und die größte Entfernung, welche sie unter einander von Mittel zu Mittel erhalten, wird nicht leicht über 5 Fuß angenommen. Nach Verhältniß ihrer Stärke mit Bezug auf die Festigkeit des Grundes und die Höhe der Mauer, wird diese Weite noch geringer, jedoch nie unter 3 Fuß. Ebendasselbe gilt auch von den Querschwellen, ob man gleich solche 6 bis 12 Zoll weiter als die Langschwellen von einander legen kann. Die Stärke der Schwellen wird nicht unter 9 Zoll angenommen, bei einer starken Belastung auf einem leichten Boden kann aber ihre Dicke bis zu 12 Zoll wachsen.

Die Langschwellen erfordern die größte Aufmerksamkeit, weil sie vorzüglich die gleichförmige Vertheilung der Last bewirken müssen, weshalb zu denselben das beste Holz ausgewählt werden muß. Es ist auf keinen Fall anzurathen, sie durch Einschnitte zur bessern Verbindung mit den Querschwellen zu schwächen; auch wird erfordert, wenn, wegen der zu großen Länge des Rostes, mehrere aneinander gestoßen werden müssen, jedesmal dafür zu sorgen, daß der Stoß auf die Mitte einer Querschwelle, wie bei K falle. Eben so wenig darf auf einerlei Querschwelle mehr als ein Stoß von den Langschwellen fallen und man hat darauf zu halten, daß sämmtliche Stöße möglichst gleich weit von einander ab kommen. Wäre Aa Figur 45. die Länge einer jeden Langschwelle von den vier Reihen A, B, C, D; so könnten die Stoßpunkte bei a, b, c, d u. s. w. angeordnet werden.



Tafel XXXII. Fig. 45.

Die Querschwellen macht man so lang, daß sie noch einige Fuß auf jeder Seite der äußersten Langschwellen vorstehen; nur bei einer Spundwand leidet dies eine Ausnahme. Zum Lager für die Langschwellen erhalten die Querschwellen $2\frac{1}{2}$ Zoll tiefe Einschnitte, damit die Langschwelle ungeschwächt eingelassen werden kann. Tiefere Einschnitte würden die Schwellen schwächen.

Der Belag oder die Bebohlung wird aus drei bis vier Zoll starken Bohlen, nach Verhältniß der Entfernung der Langschwellen und der Größe der Belastung verfertigt, welche über die äußersten Kanten der äußern Langschwellen einen bis 2 Zoll überstehen, wenn keine Spundwand vor dem Rost eingerammt ist. Diese Bohlen dürfen nicht gespundet, sondern nur gefugt werden. Beim Legen des Rostes wird der Boden nach der Wage geebnet und hierauf werden die Querschwellen nach der Schnur in der festgesetzten Entfernung von einander gestreckt. Sobald man sich alsdann nochmals überzeugt hat, daß sämmtliche Querschwellen in der Wage liegen, werden die Langschwellen eingelassen, an den Stößen derselben eiserne Klammern eingeschlagen, und der ledige Raum zwischen den übereinander liegenden Schwellen mit Mauerschutt und kleinen Steinen so weit ausgeschlagen, bis die Ausfüllung mit der obersten Fläche der Langschwellen bündig ist, oder in einerlei Ebene fällt. Hierauf werden die Belagsbohlen auf die Langschwellen neben einander gelegt, zusammen getrieben, angebohrt und mit hölzernen Nägeln an die Schwellen genagelt.

§. 141.

Wird vor dem liegenden Roste eine Spundwand gegen die Unterspälung

des

des Wassers erfordert, so hängt die Stärke der Spundpfähle theils von ihrer Länge, theils von der Festigkeit des Grundes ab. In den meisten Fällen sind 3 bis 5 Zoll starke Spundbohlen mit dem Gradspund (§. 111. Figur 15.) hinreichend. So bald die Baustelle so weit ausgegraben ist, als solches die Anlegung des Rostes erfordert, so werden zuerst die Spundpfähle in der nöthigen Richtung und Tiefe eingerammt, die Köpfe nach der Wage abgestämmt, Zapfen angeschnitten und ein Holm darauf gesetzt. Das wagerechte Abstämmen kann mit der Axt, besser aber mit der Säge geschehen, und man kann, um die wagerechte Linie an den Pfählen recht genau zu haben, die Wasserschöpfmaschinen still stehen und das Grundwasser so weit aufgehen lassen als erfordert wird, und hierauf sogleich an den äußersten und einigen mittlern Stellen der Spundpfähle den Wasserspiegel bemerken. So bald der aus starkem Holz verfertigte Holm auf die Spundpfähle befestigt ist, wird der liegende Rost so gestreckt, daß er zwar die Spundwand berührt, jedoch in keinem Fall auf dem Holm derselben ruhen oder aufsitzen darf, weil sonst ein ungleichförmiges Senken der Futtermauer zu befürchten wäre. Die Konstruktion des liegenden Rostes bleibt dieselbe, wie im vorigen §., nur daß die Querschwellen nach der Wasserseite nicht so weit vorstehen können, weshalb die vorderste Langschwelle nicht mit ihrer ganzen Stärke in die Querschwelle eingelassen werden kann, weil sonst das vorderste Hirnholz der Querschwelle abspringt. Man muß daher die vorderste Langschwelle mit einem Schwalbenschwanz aufkämmen; damit aber die Festigkeit des Rostes nicht leide, so müssen die stärksten Schwellen als vorderste Langschwellen ausgesucht werden. Die bearbeitete Querschwelle ist Figur 46. vorgestellt und Figur 47. enthält den liegenden Rost mit der davor befindlichen Spundwand. Die Dicke des Zapfens an den Spundpfählen muß wenigstens 2 Zoll und seine Höhe 4 bis 5 Zoll betragen. Es wird zwar erfordert, daß die äußerste Seite AB des Holms mit der äußersten Seite BC der Spundpfähle in einerlei Fläche falle, damit der Holm nicht leicht durch eine äußere Ursache aufgehoben werden kann, welches alsdann geschehen könnte, wenn der Holm eingefroren ist und sich die Eisdecke beim Anwachsen des Wassers zu heben anfängt. Allein wenn das Zapfenloch oder vielmehr die Nuthe des Holms nicht ausspringen soll, so muß derselbe bei B wenigstens drei Zoll stark seyn und man kann, wenn die Spundpfähle zu schwach sind, denselben bei B abfasen. Bei einer ansehnlichen Dicke des Holms und bei dünnen Spundpfählen, wird derselbe gegen den Rost ganz ohne Unterstützung bleiben, weshalb alle 12 bis 15 Fuß ein kur-

Tafel XXXII. Fig. 46. Fig. 47.

Tafel XXXII. Fig. 48. kurzer Spitzpfahl D Figur 48. dicht hinter der Spundwand eingerammt werden kann, welcher alsdann mit einem Blatte versehen oder so weit ausgeschnitten wird, um den Holm darauf einzulassen.

Zur Befestigung des Holms auf die Spundpfähle kann zwar durch den Holm auf jeden vierten Spundpfahl ein hölzerner Nagel geschlagen werden, welcher zugleich durch den Zapfen des Pfahls geht. Hiedurch wird aber das schwache Holz des Holms noch mehr geschwächt, und es ist besser, wenn man das Abheben des Holms befürchten muß, auf jeden achten bis 12ten Spundpfahl eine dreispitzige Klammer Figur 49. so einzuschlagen, wie Figur 50. näher nachweiset. Fig. 49.

Sollte in einem Boden, welcher dem Unterspühlen sehr ausgesetzt ist, auch hinter dem Roste der Futtermauer eine Spundwand nöthig seyn, so muß solche eben so tief als die vorderste eingerammt werden.

§. 142.

In denjenigen Fällen, wo die Futtermauer nicht nach grader Richtung fortgeht, muß auch der liegende Rost die Richtung ändern. Weil aber die Enden und Ecken der Futtermauern die meiste Aufmerksamkeit erfordern, so müssen zu den Langschwellen an den Ecken die längsten und stärksten Hölzer genommen werden. Die Verbindung des Rostes an einer Ecke A Figur 51. kann nicht durch kurze Querschwellen bewirkt werden, sondern die Langschwellen von beiden Seiten AB und AC durchkreuzen sich dergestalt, daß wenn der zuerst gelegte Rost BA bis D mit Querschwellen versehen ist, alsdann die Langschwellen desselben, dem folgenden Rost AC zu Querschwellen dienen müssen. Hiebei ist zu bemerken, daß die Langschwellen von der Fortsetzung AC des Rostes, ungeschwächt auf ihre Unterlager eingelassen werden, wogegen die Langschwellen des Rostes AB einen zwei Zoll tiefen Einschnitt zum Lager der Schwellen AC erhalten. Fig. 51.

Es ist leicht einzusehen, daß die Bebohlung bei EF einen 8 bis 9 Zoll hohen Absatz erhält, dieser ist aber für den Bau selbst ohne Nachtheil, weil die wechselseitige Verbindung kein einzelnes Setzen zuläßt. Nur muß darauf bei der Legung des Rostes BA Rücksicht genommen werden, daß der Rost AC etwa 8 bis 9 Zoll höher kommt, damit solcher noch wenigstens einen Fuß unter dem kleinsten Wasserspiegel liegen bleibe.

§. 143.

Es gibt noch verschiedene Arten, wie man die liegenden Roste konstruiren kann;



kann; bei allen ist aber als ein wesentliches Erforderniß anzunehmen, daß die Langschwellen möglichst ungeschwächt bleiben müssen. Der liegende Rost vom Quai Bonaparte in Paris Figur 52 im Durchschnitt und Grundriß, bei welchem die Querschwellen auf die beiden äußersten Langschwellen mit Schwalbenschwänzen eingelassen sind, die übrigen Langschwellen aber auf den Querschwellen liegen, vereinigt noch den Vortheil, daß der Bohlenbelag nach der Länge geht, und dadurch die Last nach der Länge noch besser vertheilt wird, dagegen hat derselbe den Nachtheil, daß die Langschwellen durch die Einschnitte mehr geschwächt werden, als durch die Bebohlung wieder gut gemacht werden kann.

Tafel XXXII. Fig. 52.

In allen Fällen, wenn die Bohlen nach der Länge des Rostes gelegt werden, ist darauf zu halten, daß die Stöße der Bohlen nicht auf einerlei Querschwelle zusammen treffen, sondern wie Figur 52. abwechseln.

Fig. 52.

§. 144.

In denjenigen Fällen, wo der liegende Rost nicht zureicht und ein Pfahlrost gewählt werden muß, kommt es darauf an, daß die eingerammten Pfähle, welche die Futtermauer tragen müssen, hinlänglich stark sind und in der Erde eine solche Festigkeit erreicht haben, daß sie durch die aufgesetzte Last nicht tiefer eindringen. Dieses tiefere Eindringen verhindert vorzüglich die Erde, welche den Pfahl umgiebt, und so lange als die aufgesetzte Last nicht größer ist als der Widerstand, welchen die Erde dem Eindringen des Pfahls entgegensetzt, ist man gegen das Sinken des Baues auf einem Pfahlroste gesichert. Je tiefer ein Pfahl unter übrigens gleichen Umständen in der Erde steckt, desto mehr Last ist er im Stande zu tragen, ohne tiefer zu sinken, und es folgt hieraus, daß nach Verhältniß der größern Belastung, auch die Pfähle tiefer eingerammt werden müssen. Am besten läßt sich beurtheilen, wie viel Last ein Pfahl zu tragen im Stande ist, wenn man weiß, wie tief derselbe auf die letzte Hitze von etwa 20 Schlägen noch eingedrungen ist. Wäre z. B. ein 8 Centner schwerer Pfahl durch einen 10 Centner schweren Rammkloß, bei der letzten Hitze noch um 5 Zoll tief eingedrungen, so würde man diesen Pfahl mit aller Sicherheit mit einer Last von 350 Centner belasten können. So sehr es nun überhaupt erfordert wird, daß die Spitzpfähle tüchtig eingerammt werden und mehrere Festigkeit nicht so schädlich ist, als der Mangel derselben, so läßt sich doch einsehen, daß eine offenbare Verschwendung der Baukosten entstehen würde, wenn man den Pfählen bei einer geringen Belastung eben die Festigkeit in der Erde geben wollte, welche eine vielfach grö-

größere erfordert. Es ist daher am Ende dieses Heftes in der dritten Abhandlung des Anhangs, eine Tafel beigefügt, mit deren Hülfe man aus dem Eindringen des Pfahls bei der letzten Hitze auf die Belastung desselben schließen kann, so wie auch, wenn die Belastung gegeben ist, sich daraus bestimmen läßt, wie tief der Pfahl bei der letzten Hitze wenigstens eindringen müsse, wenn er hinlänglich fest stehen soll.

So bald der Grund auf der Baustelle bis zur Höhe des anzulegenden Rostes ausgegraben ist, werden, wenn keine Spundwand vorgerammt wird, mehrere Reihen Spitzpfähle bis zur gehörigen Festigkeit so eingerammt, daß die Abstände der Reihen, AC = CE = EG Figur 53. zwischen 3 und höchstens 4 Fuß, und die Abstände der Pfähle unter einander, wie AK, zwischen 3 und 5 Fuß von Mittel zu Mittel fallen. Die Breite AG = HB wird durch die Unterbreite der Futtermauer bestimmt, so wie man auch in einem lockern Boden und bei einer starken Belastung die Pfähle näher an einander einrammt. Diese Pfähle werden nicht beschlagen, sondern bleiben rund und es ist hinreichend, wenn sie von der Rinde und andern Hervorragungen befreit werden. Mit Hülfe der Setzwage oder des Grundwassers können die Pfahlköpfe in der Wage abgeschnitten werden; alsdann schnürt man nach der Länge der Futtermauer die Zapfen an den Spitzpfählen 2 Zoll stark ab und läßt solche durchgängig 3 Zoll hoch und 5 Zoll breit ausarbeiten; Figur 54. Auf diese Pfähle werden mindestens 10 Zoll hohe Holme oder Langschwellen (*Chapeaux*) aufgezapft, deren Stöße jedesmal auf die Mitte eines Pfahls fallen und so wie Figur 45. unter einander vertheilt werden müssen. Ueber die Langschwellen kommen in Entfernungen von 3 bis 5 Fuß, von Mittel zu Mittel, Zangen oder Querschwellen (*Racinaux*), welche auf die Langschwellen eingekämmt werden.

Tafel XXXII. Fig. 53. Fig. 54. Fig. 45.

Damit die Zapfenlöcher des Holms genau auf die Zapfen der Spitzpfähle treffen, wird der durchgängig gleich hoch bearbeitete Holm neben die Zapfen der Pfähle gelegt, auf welchen er befestigt werden soll. Mit Hülfe des Winkeleisens wird alsdann die Länge des Zapfenlochs auf dem Holm bezeichnet und in der Mitte desselben genau 2 Zoll weit und 3 Zoll tief ausgestemmt. So bald sämmtliche Holme aufgesetzt sind, welche nicht wie bei den Bollwerkspfählen genagelt werden dürfen, legt man die Zangen quer über dieselben, um an den Holmen die Kämme und an den Zangen die Einschnitte zu den Kämmen zu zeichnen. Liegt nemlich die Zange in ihrer gehörigen Lage auf den Holmen, so wird mit einem Röthel auf der Oberfläche der Holme so weit eine Linie gezogen, als die

die unterste Kante der Zangen auf die Holme fällt und eben so werden auf der untern Fläche der Zangen da Linien gezogen, wo die Oberkanten der Holme mit der Grundfläche der Zangen zusammen fallen. Alsdann wird die Zange umgekantet und ihre Grundfläche nach oben gekehrt, so daß man auf den Holmen die Linien AA, BB Figur 55. und auf den Zangen die Linien CC, DD erhält. Aus der Mitte dieser Linien werden rechts und links drei Zoll abgesetzt, so daß die Breite des Kamms EE und die Breite des Einschnitts FF sechs Zoll wird. Der Kamm in dem Holm erhält drei Zoll Höhe und eben so tief wird der Einschnitt in der Zange ausgearbeitet. Sind die Zangen aufgebracht, so wird der Raum zwischen den Holmen mit Mauerschutt und kleinen Steinen so hoch aufgefüllt und eingestampft, bis solcher gleich hoch mit der Oberfläche der Holme liegt; alsdann werden zwischen den Zangen Bohlen auf die Holme mit hölzernen Nägeln befestigt. Der zum Theil fertige Pfahlrost ist Figur 56 in der obern Ansicht und Figur 57 und 58 von der Seite abgebildet, so daß Figur 57 einen Durchschnitt durch eine Zange und Figur 58 einen Durchschnitt zwischen zwei Zangen vorstellt.

Tafel XXXII. Fig. 55. Fig. 56. Fig. 57. 58.

Bei diesem Roste ragen die Zangen über die Bohlen etwa drei bis 4 Zoll hervor, welches aber für die aufzuführende Mauer ohne Nachtheil ist. Man könnte diese Unebenheit zwar dadurch vermeiden, daß die Zangen in der ganzen Stärke des Holms einen 3 bis 4 Zoll tiefern Einschnitt erhielten, hiedurch würden aber die Zangen zu sehr geschwächt werden.

Sollte die Futtermauer ihre Richtung ändern und eine Ecke bilden, so gilt in Absicht der Holme eben das, was wegen der Langschwellen beim liegenden Roste §. 142, Figur 51 bemerkt worden ist.

Fig. 51.

§. 145.

Die Grundpfähle bei dem Pfahlroste müssen so fest eingeschlagen werden, daß sie durch die aufzubringende Belastung nicht im geringsten tiefer eingedrückt werden dürfen, daher kann auch in dem Falle, daß eine Spundwand wegen der Ausspülung des Grundes vor dem Roste angelegt werden muß, diese mit dem Rost ohne Nachtheil verbunden werden, welches bei dem liegenden Roste nicht zulässig war. Es müssen aber alsdann die Spundpfähle, weil sie zum Tragen der Last bestimmt sind, wenigstens vier bis sechs Zoll dick seyn. An der Stelle, wo nach dem vorigen §. die erste Reihe Spitzpfähle eingerammt werden sollten, kommt nun die Spundwand und wird eben so wie die übrigen Pfähle und in glei-

gleicher Höhe mit denselben verholmt, wobei man aber zu dem Holme der Spundpfähle das beste Holz aussuchen muß. Weil aber die Zangen nicht weiter als bis über die Spundwand vortreten dürfen, so werden sie zwar auf die übrigen Holme aufgekämmt, auf dem Holm der Spundwand aber mit einem Schwalbenschwanz drei Zoll tief eingelassen Figur 59. Zwischen den Zangen wird alsdann der Bohlenbelag mit hölzernen Nägeln auf die Holme befestiget. Zweierlei Durchschnitte eines Pfahlrostes mit einer Spundwand unter demselben, enthält Figur 60, wo AA der Durchschnitt zwischen zwei Zangen und BB der Durchschnitt durch die Mitte einer Zange ist, so wie Figur 61 die Vorderansicht des Pfahlrostes darstellt.

Tafel XXXII. Fig. 59. Fig. 60. Fig. 61.

Sind die Spundbohlen zu schwach, als daß solche eine Reihe Spitzpfähle unter den Langschwellen ersetzen könnten, so muß die Spundwand unmittelbar vor die äußerste Rostschwelle kommen. Vor derselben wird alsdann ein Riegel mit eisernen Bolzen an die Holme der Grundpfähle befestigt, wie Figur 62.

Fig. 62.

§. 146.

Nicht leicht werden Futtermauern durchgängig von Werkstücken oder Quadern aufgeführt, man bedient sich derselben gewöhnlich nur, die Vorderseite der Mauer damit einzufassen oder zu bekleiden, und nur zuweilen wird die Hinterseite derselben, welche gegen die Füllerde gekehrt ist, ebenfalls mit Quadern eingefaßt. Der innere Raum hinter der Bekleidung wird entweder mit Bruchsteinen, Ziegeln oder auch wohl zum Theil mit Feldsteinen ausgemauert.

Die Werksteinbekleidung muß mit dem übrigen Mauerwerke genau verbunden werden. Dies kann aber nur dann geschehen, wenn einzelne Steine derselben tiefer in das Mauerwerk eingreifen als die übrigen. Ein solcher tiefer eingreifender Stein heißt ein **Binder** oder **Strecker**, auch wohl ein **Ankerstein**, (Diatonus, *Boutisse*) so wie diejenigen Steine, welche nicht so tief in das Mauerwerk reichen und mit ihrer größten Länge nach der Länge der Mauer gerichtet sind, **Läufer** oder auch **Füllquader** (*Carreau*) heißen. So sind B, B, Figur 63 die Binder und A, A, die Läufer. Die Steine, welche in einerlei horizontaler **Lage** oder **Schicht** (Corium, *Assise*) neben einander liegen, erhalten gleiche Höhe, gewöhnlich einen bis zwei Fuß, ob es gleich nicht nothwendig ist, daß alle Lagen gleich hoch sind. Die **Fugen** oder Zwischenräume zweier aneinander stoßender Steine sind **Lagerfugen** oder **Standsfugen** (*Joints de lit*), wenn sie wagerecht sind, und **Stoßfugen** (*Joints montans*), wenn sie vertikal stehen.

Tafel XXXIII. Fig. 63.

Bei einem Läufer ist CD die Länge, CF die Breite und CE die Höhe, so



so wie bei einem Binder DG die Länge, DH die Breite und GK die Höhe genannt wird. Als Regel kann man annehmen, daß die Breite eines Läufers wenigstens einen Fuß betragen, und daß die Länge des Binders wenigstens 1½ bis 2 Fuß die Breite der anliegenden Läufer übertreffen müsse, wenn man eine gute Verbindung der Werkstücke mit der Hintermauerung erhalten will. Diejenige Fläche des Steins, welche sichtbar bleibt, wenn der Stein in die Mauer versetzt ist, heißt die **Licht-** oder Stirnfläche (*Parement*).

Der Verband (*Liaison*) oder die Ordnung, nach welcher die Läufer und Binder der Steinlagen abwechseln, fällt nach dem Grade der Festigkeit, welchen man dem Mauerwerke geben will und mit Bezug auf die zu verwendenden Kosten sehr verschieden aus. Der vorzüglichste und dauerhafteste Werkstückverband wird erhalten, wenn mit jedem Binder nur ein **Läufer** in allen Lagen abwechselt, wie Figur 64, wo die Binder wie in allen folgenden Figuren durch eine schwärzere Farbe angedeutet sind. Bei diesem Verbande wird jedesmal in der folgenden Lage der Binder auf die Mitte des darunter liegenden Läufers gesetzt, wie die Figur näher nachweiset. Haben alle Lagen gleiche Höhe von 2 Fuß, so kann jeder Binder 18 Zoll breit und 2½ bis 3 Fuß lang, und jeder Läufer 12 bis 15 Zoll breit und 3¼ Fuß lang werden. Bei allen übrigen Anordnungen ist darauf zu halten, daß die Stoßfugen der untern Lage mit den der darauf folgenden nicht zu nahe zusammen treffen.

Tafel XXXIII. Fig. 64.

Ein Verband mit zwei **Läufern** neben jedem Binder, Figur 65, erfordert, daß die Binder wenigstens zwei Fuß breit sind, weil sonst die Stoßfuge der beiden Läufer den Stoßfugen neben den Bindern zu nahe kommt. Wechseln jedesmal drei **Läufer** mit einem Binder in allen Lagen ab, Figur 66, so kommen zwar die nächsten Stoßfugen weiter von einander, es entsteht aber auch besonders bei langen Läufern weniger Verbindung mit dem übrigen Mauerwerke.

Fig. 65.

Fig. 66.

Zur Ersparung der Werkstücke pflegt man auch mit den Lagen dergestalt abzuwechseln, daß man nur wechselsweise die Lagen mit Bindern versieht und durchgängig, zwischen zwei eingebundenen Lagen, eine **Laufschicht** anbringt, welche nur allein aus Läufern besteht. Figur 67 und 68.

Fig. 67. 68.

Bei den vorherigen Verbänden ist vorausgesetzt worden, daß sämmtliche Läufer einerlei Breite haben. Es ist aber weit vorzüglicher, wenn man zur bessern Verbindung mit dem übrigen Mauerwerk auch die Läufer von verschiedener Breite dergestalt annimmt, daß wenn die Läufer einer Lage einen Fuß breit sind, die der nächsten zwei Fuß Breite erhalten; so daß in Absicht der

Breite der Läufer jede folgende Lage mit der darunter befindlichen abwechselt. Um aber bei diesem Verbande einen zu großen Aufwand an Werkstücken zu vermeiden, kann man diejenigen Lagen, in welchen die Läufer zwei Fuß Breite haben, niedriger machen als die Lagen, deren Läufer einen Fuß breit sind. Man erhält einen guten Verband, wenn Figur 69 die erste oder unterste Lage zwei Fuß hoch angenommen, jeder Binder $1\frac{1}{2}$ Fuß breit, $3\frac{1}{2}$ Fuß lang und jeder Läufer 3 Fuß lang und 1 Fuß breit wird. Die folgende oder zweite Lage (von unten) wird einen Fuß hoch, jeder Binder $3\frac{1}{2}$ Fuß lang, 3 Fuß breit und jeder Läufer $4\frac{1}{2}$ Fuß lang und 2 Fuß breit angenommen.

Tafel XXXIII. Fig. 69.

Ein mehr Stein ersparender Verband, welcher aber doch noch eine in vielen Fällen brauchbare Verbindung gibt, ist Figur 70 abgebildet. In der ersten oder hohen Lage können die Binder $1\frac{1}{2}$ Fuß breit, $3\frac{1}{2}$ Fuß lang, sämmtliche Läufer aber 3 Fuß lang, 1 Fuß breit angenommen werden, wogegen in der darauf folgenden zweiten Lage, die Binder 3 Fuß Breite, $3\frac{1}{2}$ Fuß Länge, die Läufer aber 3 und $4\frac{1}{2}$ Fuß Länge und 2 Fuß Breite erhalten. Figur 63 enthält die Hinteransicht dieses Verbandes, wenn nichts weiter als die Werkstücke ohne die Hintermaurung zu sehen sind.

Fig. 70. Fig. 63.

Will man bei abwechselnder Höhe der Lagen Laufschichten anbringen, so geschieht dies am besten so, daß die niedrigen Lagen zu den Laufschichten angenommen werden, und man gibt alsdann den Läufern der niedrigen Lagen einen Fuß mehr Breite, als die Läufer der hohen Lagen erhalten. Figur 71 und 72 enthalten diese Verbindungen.

Fig. 71. 72.

§. 147.

Die Zusammenfügung der Werkstücke unter einander zu einem zusammenhängenden Ganzen wird zwar zum Theil durch den Mörtel bewirkt, man bedient sich aber auch der eisernen Klammern, um die nebeneinander liegenden Steine noch mehr zu befestigen. Weil aber Werkstücke, welche gehörig mit Bindern abwechseln und nach graden Linien fortlaufen, nicht leicht ausgedrängt werden können, so sind in solchen Fällen die Klammern entbehrlich und es ist zureichend, die nebeneinander liegenden Steine durch einen Einschnitt noch mehr mit einander zu verbinden. Die einfachste Verbindung wird dadurch erhalten, daß man dem Binder auf jeder Seite, wo er mit dem Läufer zusammen trifft, einen Einschnitt von etwa einen Zoll tief giebt, so daß der Vordertheil des Binders ein schwalbenschwanzförmiges Ansehen wie Figur 73. erhält. Die Läufer A, A erhal-

Fig. 73.

halten alsdann eine Vertiefung, in welche der Schwalbenschwanz des Binders genau paßt, so daß hiedurch, die Eckverbindungen ausgenommen, die Klammern entbehrlich werden. Bei der Bearbeitung der Einschnitte ist darauf zu sehen, daß alle scharfe oder spitzwinklichte Ecken vermieden werden, weil sich diese leicht abstoßen, daher auch, wenn man genöthigt ist, einen mehr als einen Zoll tiefen Einschnitt in den Binder zu machen, die Stoßfuge so bearbeitet werden muß, daß solche wenigstens auf einen Zoll Breite, auf der äußern Fläche der Wand senkrecht steht. Man sehe Figur 74. In Belidor's Architectura hydraulica (2. T. 1 B. 11 K. auf der 6. Taf. 5 Fig.) ist eine schwalbenschwanzförmige Stoßfuge wie Figur 75. angegeben, die aber deshalb nicht zu empfehlen ist, weil sich die scharfen Kanten der Steine leicht abstoßen.

Tafel XXXIII. Fig. 74. Fig. 75.

Die Stoßfuge zweier Läufer wird dadurch bestimmt, daß aus der Mitte der Breite AB Figur 76. von C nach D ein Zoll abgesetzt, und dadurch die Fuge ADB erhalten wird. Man kann auch den Stoßfugen eine Verbindung wie bei E oder wie bei F mit einem bogenförmigen Hacken geben, welcher aber wenigstens $1\frac{1}{2}$ Zoll vorspringen muß.

Fig. 76.

§. 148.

An den Ecken der Mauern und bei einzelnen Vorsprüngen ist es nicht immer zureichend, durch Einschnitte in den nebeneinander liegenden Steinen eine solche Verbindung hervor zu bringen, daß nicht bei einer großen äußern Gewalt eine Verrückung der Lagen an den Vorsprüngen zu fürchten wäre, daher man sich in diesen Fällen der eisernen Klammern (Subscudes, *Crampons*) bedienen muß, welche mit Blei vergossen werden. Weil aber das Eisen, wenn es feucht wird, leicht rostet, und dadurch der Stein beschädigt wird, so sollten alle eiserne Klammern, welche in die Mauer kommen, wenigstens einen Fuß weit von der äußersten Wandfläche abstehen, auch keine verarbeitet werden, welche nicht einen Ueberzug von Pech erhalten hat, zu welchem Ende die Klammer vorher heiß gemacht werden muß. Die Gestalt der gewöhnlichen Steinklammern ist hinlänglich bekannt, sie werden 9 bis 12 Zoll lang gemacht, ihre beiden Arme mit Widerhacken versehen und beim Ausarbeiten der Löcher in den Steinen müssen die Löcher unten weiter als oben seyn, damit das eingegossene Blei recht fest sitzt, Figur 77. Auf jede Klammer rechnet man zwei Pfund Blei.

Fig. 77.

Will man große eiserne Anker bei den Eckverbänden vermeiden, weil sie, außer dem Nachtheil, welcher dem Steine durch das Rosten des Eisens zugefügt wird,

wird, auch noch dadurch schädlich werden, daß sich das Eisen in der Kälte mehr als der Stein zusammen zieht, weshalb die Steine leicht zerspringen, so kann man dies, wenn die Ecken stumpfwinklicht oder fett sind, dadurch bewirken, daß die Ecksteine aus lauter Bindern von beträchtlicher Breite und Länge angenommen werden. Um diese Verbindung an einem Beispiele zu zeigen, so werde der Verband Figur 64. gewählt, wo jeder 5 Fuß lange und 18 Zoll breite Binder mit einem $3\frac{1}{2}$ Fuß langen und 12 Zoll breiten Läufer abwechselt. Schneiden sich nun die Seiten der Ecksteine unter einem gegebenen stumpfen Winkel, so wird die Lehre oder Chablone zu den Bindern, welche an die Ecken kommen, die man auch Kopfstücke nennt, auf folgende Weise gezeichnet. Es sey ABF Figur 78. der gegebene Winkel, welchen die Ecksteine bilden sollen, so werden in Entfernungen von 2 Fuß, Parallellinien AD und CD mit den Schenkeln BF und BE des gegebenen Winkels gezogen, welche sich in D schneiden. Aus B setze man nach E $1\frac{1}{2}$, nach F drei Fuß, und ziehe durch E und F mit BD die Parallellinien EG, FH bis an die zuerst gezogenen Parallellinien. Nun theile man EG und FH in zwei gleiche Theile in I und K. Aus E und F werden senkrecht auf BE und BF sechs Zoll nach L und M abgesetzt und aus diesen Punkten die Linien LI und MK gezogen, auf welche man in I und K senkrecht 6 Zoll von I nach N und von K nach O setzt. Durch N und O ziehe man mit LI und MK die Linien NP und OQ parallel bis an die Linien CG und AH, so ist GPNILEBFMKOQH die Lehre oder Chablone zu dem Eckbinder, so wie ELINPG die Lehre zu der Stoßfuge des anstoßenden Läufers ist. Diese Läufer müssen auf beiden Seiten des Kopfstücks zwei Fuß breit seyn. Wird die hier für das Kopfstück gefundene Lehre umgedreht, so erhält man die Lehre für das Kopfstück der darauf folgenden Lage. Die obere Ansicht zweier aufeinander folgenden Lagen ist Figur 79. neben der äußern Ansicht der Fugen abgebildet. Noch ist bei diesem Eckverbande zu bemerken, daß die an den Eckbindern A, E liegende Läufer B, F, an der Lichtseite vier Fuß lang und die Läufer C, G nur 3 Fuß lang sind. Die nächsten Binder DD, HH erhalten eine Länge von 4 Fuß. Um dieser Verbindung durch eiserne Klammern noch mehr Festigkeit zu geben, so können solche da angebracht werden, wo sie in der Zeichnung angedeutet sind.

Tafel XXXIII. Figur 64.

Fig. 78.

Fig. 79.

§. 149.

Bildet die vorspringende Ecke im horizontalen Querschnitt einen rechten Win-

Winkel, so kann bei dem Eckverbande mit einem jeden Binder, ein Eckquader in der darauf folgenden Lage abwechseln, wie aus Figur 80. zu ersehen ist. Wird hier ebenfalls der Verband Figur 64. beibehalten, so erhält der Eckbinder A am Kopf auf jeder Lichtseite $1\frac{1}{2}$ Fuß Breite, und die daneben liegenden Läufer B, B sind 3 Fuß lang und 2 Fuß breit, so wie die Binder C, C 4 Fuß Länge und $1\frac{1}{2}$ Fuß Breite haben. Die folgende Lage hat einen $3\frac{1}{2}$ Fuß langen und eben so breiten Eckquader D, an welchen die $3\frac{1}{2}$ Fuß lange und $1\frac{1}{2}$ Fuß breite Läufer E, E anstoßen. Die Verklammerung ist aus der Figur zu ersehen; auch ist bei diesem Verbande überhaupt zu bemerken, daß die Läufer B, B da, wo sie an den Binder A stoßen, eine schwache Stelle haben, welches bei dem stumpfwinklichten Eckverbande Figur 79. der Fall nicht ist.

Tafel XXXIII. Fig. 80. Fig. 79.

Der Eckverband Figur 81. ohne Binder auf den Ecken, bedarf keines so künstlichen Fugenschnitts wie die vorherigen Verbände und die anstoßenden Läufer werden nicht so wie beim vorherigen Verbande geschwächt. Die Eckquader A, B in beiden auf einanderfolgenden Lagen sind 3 Fuß lang, 2 Fuß breit, die anliegenden Läufer C, D, $3\frac{1}{2}$ Fuß lang, $1\frac{1}{2}$ Fuß breit und die Binder E, F, 4 Fuß lang und $1\frac{1}{2}$ Fuß breit. Außerdem wird bei G und H noch ein $2\frac{1}{2}$ Fuß langer und $1\frac{1}{2}$ Fuß breiter Füllquader eingesetzt.

Fig. 81.

Anstatt daß der Eckquader nur mit einem Binder zusammen stößt, kann man auch auf beiden Seiten desselben Binder anbringen, wie Figur 82, wodurch die Füllquader G, H, Figur 81. entbehrt werden. Wird bei dem angeführten Verbande vorausgesetzt, daß $1\frac{1}{2}$ Fuß breite Binder mit $3\frac{1}{2}$ Fuß langen Läufern abwechseln, so muß jedesmal der Eckquader $4\frac{1}{2}$ Fuß lang und 2 Fuß breit seyn. Die übrige Verbindung ergibt sich aus der Figur.

Fig. 82. Fig. 81.

Es ist vortheilhaft, die scharfen Ecken bei den Futtermauern abzurunden, weil solche alsdann weniger dem Abstoßen ausgesetzt sind. Diese Vorsicht ist vorzüglich alsdann zu beobachten, wenn die horizontalen Querschnitte der Ecken spitze Winkel bilden oder wenn die Steine eine magere Kante erhalten.

§. 150.

Die im Vorhergehenden angegebenen Eckverbände bewirken zwar durch die zum Theil angebrachten Einschnitte in den Stoßfugen und durch die eisernen Klammern, daß die Schichten unter sich zusammen verbunden sind; dagegen fehlt es bei sehr starken Erschütterungen den einzelnen Schichten an einer eben so starken Verbindung mit den nächst darüber und darunter liegenden, weil

die

die Lagerfugen in einer wagerechten Fläche zwischen den Steinschichten, ohne Unterbrechung durchgehen. Man kann zwar durch eiserne Dübel eine mehrere Verbindung der aufeinanderfolgenden Schichten bewirken, aber auch diese muß man so viel wie möglich zu vermeiden suchen, weil sie sehr leicht zum Zersprengen der Steine Gelegenheit geben. Eine stärkere Verbindung der aufeinanderfolgenden Steinschichten kann sicherer dadurch bewirkt werden, daß die Eckquader eine Hervorragung oder einen Kamm erhalten, mit welchem sie in Vertiefungen der darunter liegenden Steine passen, wodurch ein solches Ineinandergreifen der Steine bewirkt werden kann, daß nicht leicht ein einzelner Stein aus der Lage weicht. Diese Verbindung läßt sich auf mancherlei Art ausführen. Wollte man mit Beibehaltung des Verbandes Figur 82. die $4\frac{1}{2}$ Fuß lange, 2 Fuß breite und eben so hohe Eckquadern in die unterste Schicht eingreifen lassen, so müßten solche sämmtlich auf ihrer untersten Fläche ABC Figur 83. einen Absatz AB erhalten, welcher etwa einen Zoll hoch und halb so breit als der Stein seyn kann. Diejenigen Steine, auf welchen der Eckquader sein Lager erhält, müssen alsdann eine eben so große Vertiefung Figur 84. bekommen, damit die Steine genau ineinander passen. Daß bei diesem Verbande die Steinmetzarbeit sehr genau ausgeführt werden muß, ist eine unnachläßliche Bedingung. Wollte man an der Vorderseite der Mauer nur grade Lagerfugen haben, so läßt sich leicht einsehen, daß dies dadurch bewirkt werden könne, wenn auf der obersten Fläche des Eckquaders eine 8 bis 12 Zoll breite Brüstung stehen bleibt und der Vorsprung auf der Unterfläche dieses Quaders eben so breit weggehauen wird.

Tafel XXXIII. Fig. 82.

Tafel XXXIV. Fig. 83.

Fig. 84.

§. 151.

Diejenigen Werkstücke, welche in die oberste Schicht einer Futtermauer kommen, heißen Deckplatten, und man muß dazu die härtesten Steine auswählen. Sie werden 8, 12 auch wohl 18 Zoll dick angenommen und müssen wenigstens eine Breite von 2 Fuß haben, wenn sie noch etwas über die Mauer hervor ragen und ein festes Lager erhalten sollen. Man gibt demselben oft die Gestalt Figur 85; diese ist aber deshalb nicht zu wählen, weil solche den Regen nicht so gut ableitet, wie Figur 86. und 87., wo die überhängende Platte unterhalb bei A eine Regenrinne hat, oder wie bei B etwas schreg bearbeitet ist.

Fig. 85.

Fig. 86. 87.

Erhalten die Deckplatten nur eine Breite von 2 Fuß, so ist es nothwendig,

dig, daß auf jeden Läufer ein Binder wie beim übrigen Mauerverbande angebracht wird; bei drei und mehr Fuß breiten Deckplatten können aber die Binder entbehrt werden. Die Fugenschnitte der Binder können wie Figur 88. bei A oder des bessern Ansehens wegen wie bei B bearbeitet werden. Noch besser sieht es aus, wenn die Fugen senkrecht auf die äußere Fläche der Wand stehen, wie bei C; alsdann müssen aber die Läufer mit einem Zapfen in die dazu gehörige Vertiefung des Binders eingelassen werden, wodurch noch der Vortheil entsteht, daß die von oben etwa eindringende Feuchtigkeit nicht durch die Stoßfuge lothrecht dringen kann. Bei D Figur 89. ist der Zapfen am Läufer, welcher nur etwa einen Zoll lang seyn darf und halb so hoch als der Stein gemacht werden kann, so wie E die Vertiefung im Binder anzeigt, in welche der Zapfen des nächsten Läufers eingreift. Vor der Vertiefung E bleibt etwa noch 6 bis 8 Zoll Stein stehen.

Tafel XXXIV. Fig. 88.

Fig. 89

Der Raum zwischen den Bindern der Deckplatten wird oberhalb entweder mit dünnen Werkstücken, oder mit rechtwinklicht behauenen Bruchsteinen oder auch mit guten Klinkern, welche auf die hohe Kante gesetzt werden, ausgefüllt, weshalb die Binder und Läufer an ihren lothrechten Hinterflächen so hoch bearbeitet werden müssen, daß die oberste Schicht Füllsteine mit denselben in Berührung komme.

Beträgt die Breite der Futtermauern, welche mit Deckplatten belegt werden soll, drei bis vier Fuß, so kann man sich der Verbände Figur 90. oder 91. bedienen, wo bei der letztern Figur die Binder A mit den dazwischen befindlichen Läufern B abwechseln, welche auf eine ähnliche Art wie Figur 89. in die Binder eingreifen. Bei diesen Verbänden können eiserne Klammern entbehrt werden.

Fig. 90.

Fig. 89.

Auf die Deckplatten wird entweder ein eisernes oder steinernes Geländer gesetzt; hölzerne Geländer auf massiven Mauern sollte man des Uebelstandes und der kostbaren Unterhaltung wegen vermeiden.

§. 152.

Beim Bearbeiten der Werkstücke werden außer der Stirnseite oder derjenigen Fläche, welche die äußere Wand der Mauer bildet, nur noch diejenigen Seiten so weit glatt bearbeitet, als sie mit andern Werkstücken zusammen treffen; der übrige Theil der Oberfläche eines Werkstücks muß ganz rauh bleiben, damit er sich mit dem übrigen Mauerwerke desto besser verbindet, so wie

es auch besonders bei Bindern sehr vortheilhaft ist, wenn der nach dem Innern der Mauer gekehrte Theil derselben hinten merklich breiter als vorne ist.

Ferner muß beim Bearbeiten eines jeden Werkstücks darauf gehalten werden, daß der Stein, wenn er in die Mauer kommt, wieder eben dieselbe Lage erhalte, welche er vorher im Bruche hatte, so daß der Theil, welcher wagerecht gelegen hat, auch in der Mauer wieder eben so liegt, weil der Stein alsdann die meiste Dauer erhält. Wollte man den Stein, dessen Fläche im Bruche horizontal war, in der Mauer vertikal stellen, so läßt sich einsehen, daß derselbe unter der Last weit leichter zerbrechen würde.

Der §. 135. beschriebene Cement wird zum Vermauern der Werkstücke, so weit sie unterm Wasserspiegel liegen, gebraucht, und es ist bei diesen eben so wie bei den gebrannten Steinen darauf zu halten, daß die Werkstücke vorher mit Wasser tüchtig angefeuchtet werden müssen, wenn sich der Cement mit denselben gut verbinden soll. Dagegen werden diejenigen Werkstücke, welche über den höchsten Wasserspiegel kommen, mit dem §. 134. beschriebenen rothen Mörtel vermauert oder vergossen. Der Cement zum Ausmauern der Werkstücke darf keine grobe Körner in der Beimischung enthalten, weil sonst große Fugen zwischen den Steinen entstehen.

Bringt man die bearbeiteten Steine an diejenige Stelle des Baues, wohin sie ihrer Bestimmung nach kommen sollen, so nennt man dies die Werkstücke versetzen. Der Stein wird gewöhnlich vom Arbeitsplatz nach der Baustelle, wenn die Entfernung nicht zu groß ist, auf Walzen bis an sein Lager gebracht, und es kommt sehr viel darauf an, daß derselbe, wenn sich einmal Mörtel zwischen den Fugen befindet, unverrückt liegen bleibt. Man hat verschiedene Arten die Werkstücke zu vermauern und auszugießen. Entweder werden solche zuvor in ihr Lager gebracht, um zu sehen, ob alles genau aneinander paßt. Alsdann, wenn dies der Fall ist, wird der Stein umgekippt und die unterste oder Lagerfläche desselben genäßt und mit Mörtel eben sowohl als die Stelle, auf welcher der Stein liegen soll, überstrichen und dieser so schnell wie möglich, ohne daß er viel gerückt werden darf, ins Lager gebracht. Dieses Verfahren setzt geübte Arbeiter voraus, wenn der Mörtel gut binden und die Lagerfuge nicht zu groß werden soll, daher man auch die Lagerfugen sowohl als die Stoßfugen nur auszugießen pflegt, wenn zuvor der Stein trocken versetzt ist. Zum Vergießen der Lagerfuge wird erfordert, daß sie $\frac{1}{8}$ Zoll breit sey; es werden daher kleine Keile von Eichenholz so unter den Stein gelegt, daß

die

die Lagerfuge höchstens die angegebene Weite erhalte, und wenn auf diese Art mehrere Werkstücke neben einander versetzt sind, wird hinter denselben in einem Abstande von wenigstens ½ Zoll eine Schicht Mauersteine so vermauert, daß zwischen dem Werkstücke und dem Mauersteine die Stoßfuge von der angegebenen Breite offen bleibt. Ist hierauf die Lagerfuge mit Wasser genäßt, so gießt man in den leeren Raum zwischen der Schicht von gebrannten Steinen und dem Werkstücke, Cement oder Mörtel, welcher so flüssig seyn muß, daß er sich alsdann in der Lagerfuge ausbreitet und an der Vorderseite der Mauer zum Vorschein kommt, wo er am weitern Abfließen verhindert werden muß. Die Hintermaurung der Werkstücke wird nun fortgesetzt, und wenn das Mauerwerk mit der Werksteinschicht gleiche Höhe erlangt hat, so werden auch die Stoßfugen zwischen den Werkstücken ausgegossen.

§. 153.

Um die Anordnung der einzelnen Theile und die Erbauung einer Futtermauer mit einer Werkstückbekleidung besser zu übersehen, werde vorausgesetzt, daß eine 20 Fuß hohe Mauer auf einem Pfahlroste mit zwei Fußbänken und einer Vorderböschung, deren Ausladung dem achtzehnten Theile der Höhe gleich ist, nach den Abmessungen der siebenten Tafel (§. 158.) aufgeführt werden soll. Hiernach ist, wenn die Brüche, welche bei den Zollen vorkommen, vermieden werden, die Unterbreite der Mauer 7,242 Fuß oder 7 Fuß 3 Zoll, die Oberbreite 4 Fuß, die Höhe jeder Fußbank 3,477 oder 3½ Fuß, die Breite jeder Fußbank 1,066 Fuß oder 13 Zoll, und die Ausladung der Vorderböschung oder der achtzehnte Theil der Höhe, 13 Zoll.

Die Anordnung des Pfahlrostes, wenn vor denselben eine Spundwand kommt und dabei angenommen wird, daß die Vorderwand vom Fuß der Futtermauer mit der Hinterkante des Spundholms in einerlei Loth und die Hinterfläche der Fußbank auf die Mitte der hintersten Langschwelle kommen soll, kann nun leicht geschehen; denn wenn die Holme oder Langschwellen 10 Zoll stark angenommen werden, so bleibt zwischen dem Spundholm und der hintersten Langschwelle noch eine lichte Breite von $7' \, 3'' - 5'' = 6$ Fuß 10 Zoll, und wenn innerhalb dieses Raums noch 2 Langschwellen, also überhaupt 4 Stück 10 Zoll breite Schwellen angenommen werden, so ist der lichte Raum zwischen 2 Schwellen $\frac{6' \, 10'' - 20''}{3} = \frac{62}{3} = 20\frac{2}{3}$ Zoll, also liegen die Langschwellen von Mittel

zu Mittel, 2 Fuß $6\frac{1}{2}$ Zoll von einander entfernt. Hienach müssen die Rostbohlen, wenn sie einen Zoll über die hinterste Langschwelle vorstehen sollen, 8 Fuß 7 Zoll, also die Zangen oder Querschwellen etwa 9 Fuß lang seyn.

Ist ferner für die Werksteinbekleidung festgesetzt, daß die Schichten 18 Zoll und die Deckplatten 8 Zoll hoch werden sollen, so bleiben nach Abzug der 8 Zoll von 20 Fuß Höhe noch 232 Zoll übrig. Diese durch 18 dividirt, giebt 12 Steinschichten, wobei noch 16 Zoll Rest bleiben. Die untersten Steinschichten pflegt man gern etwas höher und breiter als die übrigen zu machen, man kann daher der ersten 10, und der zweiten Schicht 6 Zoll zulegen, so ergeben sich für die Höhen

der ersten Lage	2 Fuß	4 Zoll
der zweiten Lage	2 =	— =
der dritten bis zwölften Lage, à $1\frac{1}{2}$ Fuß	15 =	— =
der dreizehnten Lage für die Deckplatten .	— =	8 =
ganze Höhe der Mauer	20 Fuß	

Sämmtliche Binder sollen $1\frac{1}{2}$ Fuß breit und die Läufer $3\frac{1}{2}$ Fuß lang seyn. In der ersten Lage erhalten die Binder 3 Fuß Länge und die Läufer $1\frac{1}{2}$ Fuß Breite; in der zweiten und allen folgenden Lagen erhalten die Binder $2\frac{1}{2}$ Fuß Länge und die Läufer 15 Zoll Breite.

Bei diesen Angaben von der Breite der Läufer ist nicht aus der Acht zu lassen, daß wegen der Vorderböschung der Mauer die obere Breite der Läufer kleiner als die untere ist. Eben das gilt in Absicht der Länge von den Bindern; es muß daher allemal bei diesen Angaben die größte Abmessung des Steins verstanden werden.

Es wird vorausgesetzt, daß die Hintermaurung der Werkstücke hier mit gebrannten Steinen geschehen soll. Wären hingegen Bruchsteine zur Hintermaurung der Werkstücke vorhanden, so würde man gebrannte Steine um so mehr entbehren können, wenn die Bruchsteine nach parallelen Flächen brechen; sollen aber Feldsteine zur Mauer mit verwandt werden, so ist erforderlich, weil sie wegen ihrer mehr runden als graden Oberfläche nicht den besten Verband geben, und besonders zum Ausmauern der Räume zwischen den Bindern nicht geschickt sind, daß hiezu sowohl, als auch um auf jede drei bis vier Fuß Höhe eine Schicht von Mauersteinen durch zu binden, dem Inhalte nach eben so viel Mauersteine als Feldsteine zum Vermauern genommen werden. Es ist aber bei der Auswahl dieser Steine darauf zu merken, daß der Frost wohl $1\frac{1}{2}$

bis



bis zwei Fuß tief in das Mauerwerk eindringt, und daß daher der Raum zwischen den Bindern mit solchen Steinen ausgefüllt werde, welche dem Froste hinlänglich widerstehen.

Sobald der Rost fertig und die Erde zwischen den Langschwellen auf einen oder etliche Fuß tief ausgegraben, mit einer Schicht Steingruß oder kleinen Feldsteinen bis an die aufzubringende Deckbohle ausgepackt und festgestampft ist, so wird, wenn die Deckbohlen befestiget sind, die erste Schicht Werkstücke mit Cement vermauert. Diese Werkstücke erhalten keine Vorderböschung, sondern werden rechtwinklicht behauen und bilden einen kleinen Absatz, wogegen die übrigen Werkstücke sämmtlich die erforderliche Böschung erhalten. In gleicher Höhe mit diesen Werkstücken wird sowohl der Raum zwischen den Bindern und vorzüglich in den Ecken, wo die Binder aus den Läufern hervortreten, mit gebrannten Steinen in Cement und der übrige Raum mit eben solchen Steinen in Cement oder Wassermörtel ausgemauert. Es ist nicht nothwendig, die Deckbohlen mit Sand oder Lehm vor dem Vermauern der ersten Steinschicht zu bestreuen, wohl aber ist es vortheilhaft, die Bohlen so wie die Mauersteine vorher zu nässen, wenn die Mauerschicht darauf kommen soll. Die zweite Schicht Werkstücke wird nicht eher gesetzt, als bis die erste durchgängig hintermauert und die ganze Mauerschicht auf ihrer Oberfläche eben und wagerecht ist. Auf diese Art wird mit allen Schichten fortgefahren, nur daß man, wenn Feldsteine zur Hintermaurung verwandt werden sollen, etwa die dritte Mauerschicht, der bessern Verbindung wegen durchgängig mit gebrannten Steinen ausmauert. Endlich werden die Deckplatten aufgebracht, wie solches Figur 92 näher nachweiset.

Tafel XXXIV. Fig. 92.

Des Cements bedient man sich bei diesem Mauerwerk nur bis zur größten Höhe, welche das Wasser erreicht; auch ist es zur Ersparung der Kosten in den meisten Fällen zureichend, wenn nur die Werkstücke vergossen und die Fugen, so weit solche das Wasser bespült, mit Cement verstrichen werden, weil der übrige Theil des Mauerwerks sehr wohl mit dem §. 134. beschriebenen rothen Mörtel ausgeführt werden kann.

Die beste Jahreszeit zur Ausführung des Mauerwerks bei einer Futtermauer ist das Frühjahr, weil alsdann der Mörtel am besten erhärtet.

§. 154.

Während des Baues der Futtermauer muß sorgfältig darauf gehalten werden,

den, daß die Mauer durchgängig in gleicher Höhe aufgeführt wird, damit kein ungleichförmiges Setzen derselben entsteht; sollte aber wegen des zu kurzen Fangdamms oder wegen anderer Unterbrechungen des Baues, die Mauer nur Theilweise aufgeführt werden können, so muß man den einzeln aufzuführenden Abtheilungen vom Roste ab, die kleinste Höhe geben, welche die Umstände nur zulassen wollen, und alsdann erst, wenn durchgängig die Mauer bis zu gleicher Höhe Theilweise aufgeführt ist, das noch fehlende an der Höhe durch ein gleich hohes Aufmauern ergänzen. Das einzelne Stück Mauer, welches man stehen läßt, um nach einiger Zeit ein anderes mit demselben zu verbinden, muß nicht lothrecht oder mit einer Verzahnung wie AB Figur 93. abgesetzt werden, weil die Verbindung der neu aufzuführenden Mauer mit der bereits stehenden alsdann nur sehr unvollkommen wird und wegen des ungleichförmigen Setzens leicht Risse entstehen; es ist weit besser, die Mauer abzutreppen, wie bei CD, weil alsdann die beim ungleichen Setzen des Mauerwerks entstehenden Nachtheile weniger Einfluß haben.

Tafel XXXIV. Fig. 93.

Die Füllerde sollte nicht eher hinter die Mauer gebracht werden, als bis man sich überzeugt hält, daß der Mörtel trocken ist; weil aber nicht immer das gänzliche Erhärten des Mörtels abgewartet werden kann, so muß das Hinterfüllen der Mauer mit desto mehr Sorgfalt verrichtet werden. Hiezu gehört, daß man im Nothfall die Mauer bis auf eine gewisse Höhe mit Füllerde versehen kann, daß aber diese Höhe nicht mehr als die Hälfte oder $\frac{2}{3}$ von der Höhe der Mauer betragen sollte, und daß der noch übrig bleibende Theil von der noch nicht hinterfüllten Mauer so viel wie möglich ausgetrocknet seyn muß, bevor das Hinterfüllen auf das letzte Drittel der Höhe beendet wird, weil bekanntlich der Druck der Erde wie das Quadrat ihrer Höhe zunimmt. Sobald mit dem Hinterfüllen der Anfang gemacht werden soll, wird zuvor die Erde hinter dem Roste möglichst wagerecht geebnet und mit der Handramme Figur 3. fest gestampft. Hierauf wird eine etwa einen Fuß hohe Schicht fetter Erde angekarrt und darauf gehalten, daß unmittelbar hinter der Mauer etwa auf einen bis zwei Fuß Breite, trockner Lehm statt der Füllerde kömmt, welcher mit der ganzen Erdschicht von der Mauer abwärts bis gegen die noch stehende feste oder gewachsene Erde so weit festgestampft wird, daß durch den Druck der noch ferner darauf zu bringenden Erde kein weiteres Nachsinken zu befürchten ist. Mit jeder folgenden Erdschicht wird auf diese Art fortgefahren, und während der ganzen Arbeit darauf gehalten, daß die Erdschichten wagerecht ausfallen und

Tafel XXIX. Fig. 3.

daß

daß die Füllerde mit der noch stehenden gewachsenen Erde gut verbunden wird, welches durch die Erdschichten leicht zu bewirken ist.

§. 155.

Damit die Fugen der Werkstücke an der Vorderseite der Mauer nicht nur ein ordentliches Ansehen erhalten, sondern auch recht tüchtig mit Cement, oder wenn sie über dem Wasser liegen, mit rothem Mörtel ausgefüllt werden, wird aus sämmtlichen Fugen auf etwa einen Zoll Tiefe der Cement oder Mörtel ausgekraßt, die Fuge mit dem Mauerpinsel genäßt und mit recht gut bearbeitetem Cement oder Mörtel ausgefüllt, welcher mit einem besonders dazu verfertigten Fugeisen, Figur 94, welches beinahe die Gestalt einer Mauerkelle hat, verstrichen und glatt polirt wird, so daß die Fuge beim horizontalen Durchschnitt das Ansehen wie bei A Figur 95. erhält.

Tafel XXXIV. Fig. 94. Fig. 95.

Auch bei den Werkstücken pflegt man zuweilen bei einer Vorderböschung die Fugen senkrecht auf die äußerste Fläche der Mauer zu setzen, wie Figur 96. Diese Lage der Werkstücke ist aber nicht zu empfehlen, weil alsdann die Fugen der Verwitterung weit mehr ausgesetzt sind, auch die Aufmaurung weit beschwerlicher wird.

Fig. 96.

§. 156.

Bei der Veranschlagung der Futtermauern mit einer Werksteinbekleidung kommt es darauf an, den Inhalt der Steine aus den Abmessungen, welche sie bearbeitet haben, oder nach dem reinen oder bearbeiteten Maaße, im rohen Maaße zu bestimmen, weil für die Bearbeitung ein Zoll, oder der Arbeitszoll, als Abgang gerechnet wird. Soll nemlich ein bearbeiteter Binder 3′ 6″ lang, 18″ breit und 15″ hoch seyn, so ist das rohe Maaß desselben 3′ 7″ Länge, 20″ Breite und 17″ Höhe, und es ist hiebei zu bemerken, daß die Steine nach dem rohen Maaße, der Arbeitslohn aber nach dem bearbeiteten Maaße gerechnet wird.

Bei der Berechnung des Inhalts der Steine zur Veranschlagung und Bezahlung, wird nicht der Kubikfuß in 1728 Theile oder Kubikzoll und der Zoll in Kubiklinien getheilt, sondern man begnügt sich, den Kubikfuß in 12 Theile wie beim Längenmaaß, und jeden dieser Theile wieder in zwölf Theile zu theilen. Der zwölfte Theil eines Kubikfußes wird ein Schachtfuß, und der zwölfte Theil eines Schachtfußes ein Balkenfuß genannt, welche man durch die



die kleinen Buchstaben s und b von den Kubikfußen unterscheidet; so sind

$$5^{c'} + 7'' + 5^{b'} = 3 + \tfrac{7}{12} + \tfrac{5}{144} \text{ Kubikfuß.}$$

Weil bei der Bestimmung des Inhalts der Steine gewöhnlich nur bis auf Balkenfuß genau gerechnet wird, so kann die gegebene Unterabtheilung des Kubikfußes dazu dienen, Bruchrechnungen und größere Multiplicationen zu vermeiden. Soll z. B. der Inhalt eines Steins gefunden werden, welcher 4′ 11″ lang, 2′ 5″ breit und 1′ 7″ hoch ist, so würde die Rechnung mit Brüchen nach Theilen des Fußes etwas weitläuftig werden; will man nach Zahlen rechnen, so erhält man

$$\begin{array}{rr}
4'\ 11'' = & 59'' \\
2'\ \ 5'' = & \underline{29''} \\
& 531 \\
& \underline{118\ } \\
& 1711 \\
1'\ 7'' = & \underline{19''} \\
& 15399 \\
& \underline{1711\ } \\
1728) & 32509 \,|\, 18^{c'}\ 1405^{c''} \\
& \underline{1728\ } \\
& 15229 \\
& \underline{13824} \\
& 1405
\end{array}$$

Werden hingegen die gegebenen Maaße in Fuß und Zoll beibehalten und auf nachstehende Weise mit einander multiplizirt, so kommt man schneller zum verlangten Resultat.

$$\begin{array}{rrrr}
 & 4' . & 11'' & \\
 & 2' . & \underline{5''} & \\
 & 20 . & 55 & \\
\underline{8 .} & \underline{22} & & \\
11 . & 10 . & 7 & \\
 & 1' . & \underline{7''} & \\
77 . & 70 . & 49 & \\
\underline{11 . \ 10 .} & \underline{7} & & \\
18^{c'} & 9'' & 9^{b'} & 1^{c''}
\end{array}$$

Bei



Bei dieser Rechnung ist zu bemerken, daß beim Zusammenzählen jedesmal, so oft es angeht, die Zahl zwölf von der Summe abgezogen und nur der Rest unter den Strich gesetzt wird; so oft hingegen 12 abgezogen ist, um so viel Einheiten wird die nächst vorhergehende Zahl vermehrt. Das vorstehende Beispiel ist hinreichend, diese Rechnung zu erläutern. Auch gehört es nicht hieher, die Rechnung mit Linien und Scrupel nach dem Schacht- und Balkenmaaße zu erläutern.

Es wird erfordert, daß einem jeden Anschlage, in welchem eine beträchtliche Menge Werkstücke vorkommt, eine besondere Steinberechnung beigefügt werde. Als Beispiel einer solchen Rechnung kann die §. 153. beschriebene Mauer dienen, welche hier 50 Fuß lang angenommen werden soll, so daß in jede Schicht 10 Binder und eben so viel Läufer kommen.

Werksteine	Stück-Zahl	im reinen Maaße									im rohen Maaße								
		Länge		Breite		Höhe		körperlicher Inhalt			Länge		Breite		Höhe		körperlicher Inhalt		
		Fuß	Zoll	Fuß	Zoll	Fuß	Zoll	c Fuß	s′	b′	Fuß	Zoll	Fuß	Zoll	Fuß	Zoll	c Fuß	s′	b′
Zur ersten Schicht, Binder	10	3	—	1	6	2	4	105	—	—	3	1	1	8	2	6	128	5	8
Läufer	10	3	6	1	6	2	4	163	4	—	3	8	1	7	2	6	145	1	8
Zur zweiten Schicht, Binder	10	2	6	1	6	2	—	75	—	—	2	7	1	8	2	2	93	3	5
Läufer	10	3	6	1	3	2	—	87	6	—	3	8	1	4	2	2	105	11	1
Zur 3n bis 12n Schicht, Binder	100	2	6	1	6	1	6	562	6	—	2	7	1	8	1	8	717	7	1
Läufer	100	3	6	1	3	1	6	656	3	—	3	8	1	4	1	8	800	11	1
Zur 13ten Schicht, Deckplatten	10	4	6	2	—	—	8	60	—	—	4	8	2	2	—	10	84	3	1
	10	3	2	2	6	—	8	52	9	4	3	4	2	8	—	10	74	—	11
	10	3	2	2	—	—	8	42	2	8	3	4	2	2	—	10	60	2	3
Summa	270	reines Maaß						1804	7	—	rohes Maaß						2209	10	3

Es werden also zu dieser Mauer 2209⅚ Kubikfuß rohe oder unbearbeitete Werkstücke erfordert, wenn der Inhalt der bearbeiteten 1804½ Kubikfuß beträgt. Hiebei ist zu bemerken, daß der Abgang wegen der Vorderböschung, oder die Schmiege, welche die Steine an der Stirne erhalten, nicht von dem Inhalte abgezogen ist.

Nach der obigen Berechnung verhält sich der Inhalt der bearbeiteten Steine zu den rohen etwa wie 4 zu 5, ob man gleich sehr oft, um die Mühe der obigen Berechnung zu ersparen, nur den achten Theil als Abgang für den Arbeitszoll in Rechnung bringt.

Das übrige, was auf die Veranschlagung Bezug hat, ist aus dem nachfolgenden Anschlage zu entnehmen.



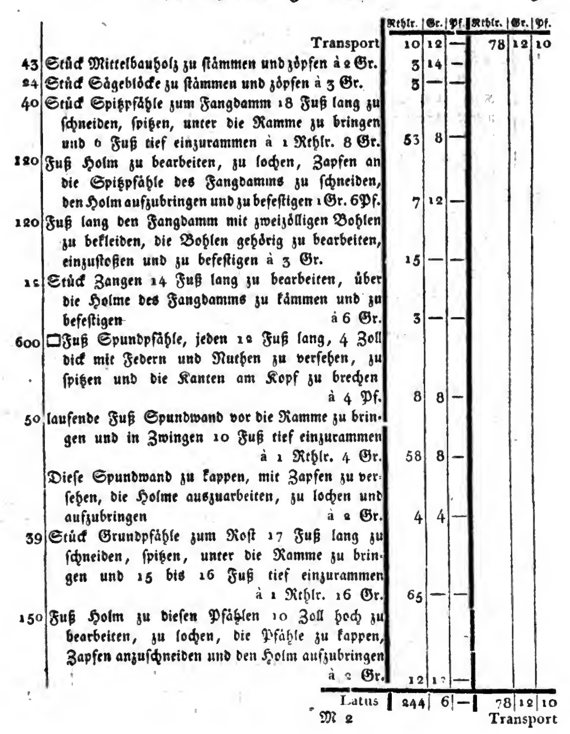
Anschlag

von der Futtermauer, welche . . . . . erbaut werden soll.

Die Mauer ist 50 Fuß lang, 20 Fuß hoch, unten 7 Fuß 3 Zoll und oben 4 Fuß breit, erhält eine Ausladung der Vorderböschung, welche dem achtzehnten Theil der Höhe gleich ist, und auf der Hinterseite zwei Fußbänke, wovon jede $3\frac{1}{2}$ Fuß hoch und 13 Zoll breit wird.

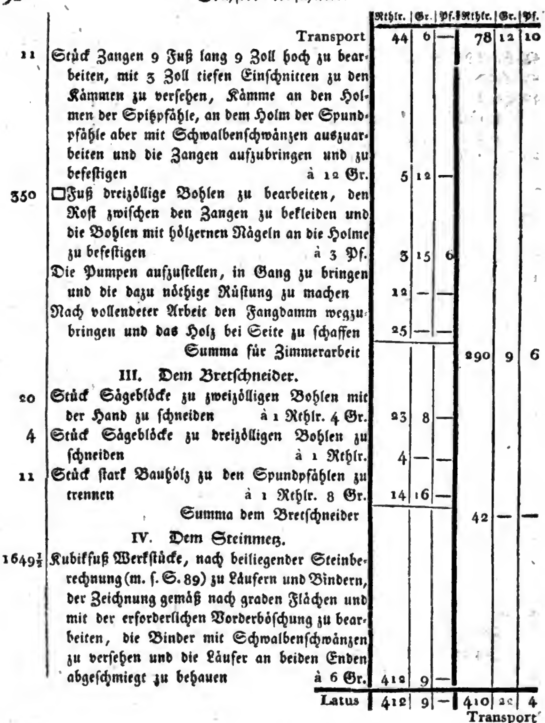
Das Mauerwerk wird auf einem Pfahlroste, $1\frac{1}{2}$ Fuß tief unterm niedrigsten Wasserspiegel ausgeführt. Die Vorderseite der Mauer wird mit Werkstücken bekleidet, welche mit Klinkern hintermauert werden.

	A. Arbeitslohn.	Rthlr.	Gr.	Pf.	Rthlr.	Gr.	Pf.
	I. Erdarbeit.						
$37\frac{1}{2}$	Schachtruthen Erde zum Ausfüllen des Fangdamms, auf 60 Fuß Länge, 9 Fuß Breite und 10 Fuß Höhe, à 8 Gr.	12	12	—			
72	Schachtruthen Erde bis zur Anlage des Rostes auszugraben und gehörig abzusetzen à 10 Gr.	30	—	—			
350	Kubikfuß, den gelegten Rost auf 50 Fuß lang, im Durchschnitt 7 Fuß breit und 1 Fuß tief, die Erde auszuräumen und mit Steinen, Steinschutt und grobem Kies auszufüllen und fest zu stampfen à 8 Pf.	9	17	4			
$70\frac{1}{3}$	Schachtruthen, die verfertigte Mauer auf 50 Fuß Länge, 20 Fuß Höhe und im Durchschnitt 10 Fuß Breite dergestalt zu hinterfüllen, daß unmittelbar hinter die Mauer einige Fuß dick Lehm, der übrige Theil aber Erde kommt, welche fest gestampft wird à 9 Gr.	26	7	6			
	Summa für Erdarbeit				78	12	10
	II. Zimmerarbeit.						
21	Stück stark Bauholz zu stämmen, zöpfen und zu beschlagen à 12 Gr.	10	12	—			
	Latus	10	12	—	78	12	10



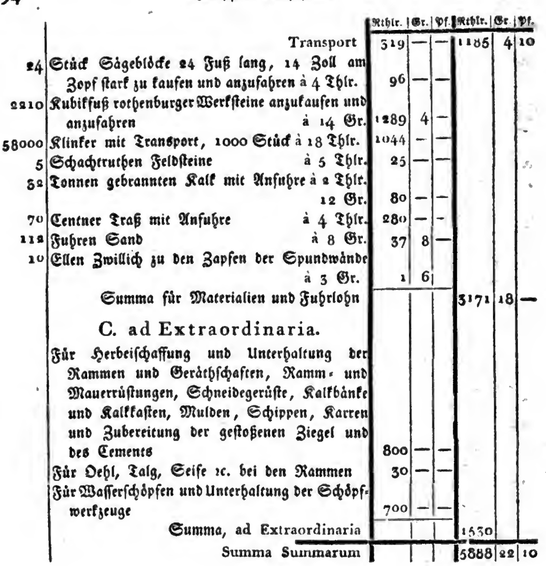
		Rthlr.	Gr.	Pf.	Rthlr.	Gr.	Pf.
	Transport	10	12	—	78	12	10
43	Stück Mittelbauholz zu stämmen und zöpfen à 2 Gr.	3	14	—			
24	Stück Sägeblöcke zu stämmen und zöpfen à 3 Gr.	3	—	—			
40	Stück Spitzpfähle zum Fangdamm 18 Fuß lang zu schneiden, spitzen, unter die Ramme zu bringen und 6 Fuß tief einzurammen à 1 Rthlr. 8 Gr.	53	8	—			
120	Fuß Holm zu bearbeiten, zu lochen, Zapfen an die Spitzpfähle des Fangdamms zu schneiden, den Holm aufzubringen und zu befestigen 1 Gr. 6 Pf.	7	12	—			
120	Fuß lang den Fangdamm mit zweizölligen Bohlen zu bekleiden, die Bohlen gehörig zu bearbeiten, einzustoßen und zu befestigen à 3 Gr.	15	—	—			
12	Stück Zangen 14 Fuß lang zu bearbeiten, über die Holme des Fangdamms zu kämmen und zu befestigen à 6 Gr.	3	—	—			
600	□Fuß Spundpfähle, jeden 12 Fuß lang, 4 Zoll dick mit Federn und Nuthen zu versehen, zu spitzen und die Kanten am Kopf zu brechen à 4 Pf.	8	8	—			
50	laufende Fuß Spundwand vor die Ramme zu bringen und in Zwingen 10 Fuß tief einzurammen à 1 Rthlr. 4 Gr.	58	8	—			
	Diese Spundwand zu kappen, mit Zapfen zu versehen, die Holme auszuarbeiten, zu lochen und aufzubringen à 2 Gr.	4	4	—			
39	Stück Grundpfähle zum Rost 17 Fuß lang zu schneiden, spitzen, unter die Ramme zu bringen und 15 bis 16 Fuß tief einzurammen à 1 Rthlr. 16 Gr.	65	—	—			
150	Fuß Holm zu diesen Pfählen 10 Zoll hoch zu bearbeiten, zu lochen, die Pfähle zu kappen, Zapfen anzuschneiden und den Holm aufzubringen à 2 Gr.	12	12	—			
	Latus	244	6	—	78	12	10
					Transport		

M 2



		Rthlr.	Gr.	Pf.	Rthlr.	Gr.	Pf.
	Transport	44	6	—	78	12	10
11	Stück Zangen 9 Fuß lang 9 Zoll hoch zu bearbeiten, mit 3 Zoll tiefen Einschnitten zu den Kämmen zu versehen, Kämme an den Holmen der Spitzpfähle, an dem Holm der Spundpfähle aber mit Schwalbenschwänzen auszuarbeiten und die Zangen aufzubringen und zu befestigen à 12 Gr.	5	12	—			
350	□Fuß dreizöllige Bohlen zu bearbeiten, den Rost zwischen den Zangen zu bekleiden und die Bohlen mit hölzernen Nägeln an die Holme zu befestigen à 3 Pf.	3	15	6			
	Die Pumpen aufzustellen, in Gang zu bringen und die dazu nöthige Rüstung zu machen	12	—	—			
	Nach vollendeter Arbeit den Fangdamm wegzubringen und das Holz bei Seite zu schaffen	25	—	—			
	Summa für Zimmerarbeit				290	9	6
	III. Dem Bretschneider.						
20	Stück Sägeblöcke zu zweizölligen Bohlen mit der Hand zu schneiden à 1 Rthlr. 4 Gr.	23	8	—			
4	Stück Sägeblöcke zu dreizölligen Bohlen zu schneiden à 1 Rthlr.	4	—	—			
11	Stück stark Bauhölz zu den Spundpfählen zu trennen à 1 Rthlr. 8 Gr.	14	16	—			
	Summa dem Bretschneider				42	—	—
	IV. Dem Steinmetz.						
1649½	Kubikfuß Werkstücke, nach beiliegender Steinberechnung (m. s. S. 89) zu Läufern und Bindern, der Zeichnung gemäß nach graden Flächen und mit der erforderlichen Vorderböschung zu bearbeiten, die Binder mit Schwalbenschwänzen zu versehen und die Läufer an beiden Enden abgeschmiegt zu behauen à 6 Gr.	412	9	—			
	Latus	412	9	—	410	22	4

		Rthlr.	Gr.	Pf.	Rthlr.	Gr.	Pf.
	Transport	412	9	—	410	22	4
155	Kubikfuß Deckplatten, 8 Zoll hoch der Zeichnung gemäß mit einem Vorsprunge zu bearbeiten, die Binder mit Vertiefungen zum Eingreifen der Vorsprünge der Läufer zu versehen à 8 Gr.	51	16	—			
1804½	Kubikfuß bearbeitete Werkstücke von der Werkstelle nach der Baustelle zu schaffen, im richtigen Verbande zu versetzen, die Fugen genau passend aneinander zu arbeiten und zu vergießen à 2 Gr.	150	9	—			
	Summa dem Steinmetz				614	10	—
	V. Dem Maurer.						
26	Schachtruthen Mauerwerk nach Abzug der Werkstücke mit Klinkern in gutem Verbande auszumauern à 3 Rthlr.	78	—	—			
	Für die beim Versetzen und Vergießen von 1804½ Kubikfuß Werkstücke zu leistende Hülfe à 1 Gr.	75	4	6			
96	Ruthen Werksteinfugen vom Mörtel zu reinigen, auszuwaschen und theils mit Cement, theils mit rothem Mörtel auszustreichen à 1 Gr.	4	—	—			
32	Tonnen Kalk einzulöschen und das Wasser anzutragen à 2 Gr.	2	16	—			
	Summa dem Maurer				159	20	6
	B. Materialien und Fuhrlohn.						
21	Stück stark Bauholz 44 Fuß lang, 12 Zoll am Zopf stark zu kaufen und bis zur Baustelle anzufahren à 7 Rthlr.	147	—	—			
43	Stück mittel Bauholz 36 Fuß lang, 9 Zoll am Zopf stark, zu kaufen und anzufahren à 4 Rthlr.	172	—	—			
	Latus	319	—	—	1185	4	10



		Rthlr.	Gr.	Pf.	Rthlr.	Gr.	Pf.
	Transport	319	—	—	1185	4	10
24	Stück Sägeblöcke 24 Fuß lang, 14 Zoll am Zopf stark zu kaufen und anzufahren à 4 Thlr.	96	—	—			
2210	Kubikfuß rothenburger Werksteine anzukaufen und anzufahren à 14 Gr.	1289	4	—			
58000	Klinker mit Transport, 1000 Stück à 18 Thlr.	1044	—	—			
5	Schachtruthen Feldsteine à 5 Thlr.	25	—	—			
32	Tonnen gebrannten Kalk mit Anfuhre à 2 Thlr. 12 Gr.	80	—	—			
70	Centner Traß mit Anfuhre à 4 Thlr.	280	—	—			
112	Fuhren Sand à 8 Gr.	37	8	—			
10	Ellen Zwillich zu den Zapfen der Spundwände à 3 Gr.	1	6				
	Summa für Materialien und Fuhrlohn				3171	18	—
	C. ad Extraordinaria.						
	Für Herbeischaffung und Unterhaltung der Rammen und Geräthschaften, Ramm- und Mauerrüstungen, Schneidegerüste, Kalkbänke und Kalkkasten, Mulden, Schippen, Karren und Zubereitung der gestoßenen Ziegel und des Cements	800	—	—			
	Für Oehl, Talg, Seife ꝛc. bei den Rammen	30	—	—			
	Für Wasserschöpfen und Unterhaltung der Schöpfwerkzeuge	700	—	—			
	Summa, ad Extraordinaria				1530		
	Summa Summarum				5888	22	10

§. 157.

Die Aufführung der Futtermauern von gebrannten Steinen erfordert in Absicht des Rostes eben die Vorkehrungen, welche im Vorhergehenden beschrieben sind. Auch in Absicht des Mörtels und des Vermauerns der Steine ist nichts weiter zu erinnern, als daß vorzüglich für einen tüchtigen Verband und enge Fugen gesorgt werden muß. Die äußersten Fugen werden, wenn der innere

nere Mörtel beinahe trocken ist, ebenfalls ausgekratzt, ausgewaschen und mit dem §. 155. beschriebenen Fugeisen gut verstrichen. Daß dergleichen Mauern nicht abgeputzt und nicht weiter beworfen werden, sondern ihre natürliche Farbe behalten, ist für sich einleuchtend. In Absicht des Verbandes ist zu bemerken, daß der Kreuzverband Figur 97. vor dem Blockverbande Figur 98. den Vorzug verdient, weil bei ersterm die Fugen mehr abwechseln. Um aber bei Futter- und Schleusenmauern im Innern derselben durch den Verband noch mehrere Festigkeit und Verwickelung der Steine zu erhalten, und solche noch mehr gegen Erschütterungen zu sichern, bedient man sich der Schmieg-, Spitz- oder Klampziegel, die von den gewöhnlichen, mit welchen die Mauer aufgeführt wird, nur darin verschieden sind, daß die Ecke CED Figur 99. abgeschnitten ist; übrigens müssen sie mit den übrigen Steinen gleiche Länge BC, Breite AB und eben dieselbe Dicke behalten. Da sich dergleichen Klampziegel aus dem ganzen Stein nicht gut hauen lassen, so ist es nothwendig, daß solche in besondern Formen gestrichen werden. Nach der Schrift: Gesammelte Nachrichten vom Verfahren der Holländer, wenn sie wasserdichtes Mauerwerk machen, soll der Winkel BCD des Klampziegels 45 Grad betragen oder CE mit ED gleich groß seyn. Hiedurch wird aber der Winkel viel zu spitz und die Kante C so scharf, daß sich dergleichen Ziegel nur selten gut brennen lassen und außerdem beim Transporte und Gebrauch zu leicht beschädigt werden. Es ist daher besser, denselben einen Winkel BCG Figur 100. von 60 Grad zu geben, welcher dadurch erhalten wird, wenn mit der Weite CD der Bogen DE geschlagen und EF = CD genommen wird.

Tafel XXXIV. Fig. 97. 98.

Fig. 99.

Fig. 100.

Beim Aufführen der Mauern läßt man zwei gewöhnliche Lagen von Ziegeln Figur 101. A, B mit zwei Schmieg- oder Klamplagen C, D, welche auch Strom- oder Kreutzlagen genannt werden, abwechseln. Der Verband dieser aufeinanderfolgenden Lagen läßt sich aus der angeführten Figur leicht übersehen, wo die erste Schicht A mit einer Reihe Strecker, und die zweite B mit einer Reihe Läufer anfängt, so daß dieserhalb nichts weiter zu erinnern ist, als daß bei den Ziegelmauern zur Ersparung der gebrannten Steine, eben so wie bei den Werksteinbekleidungen, Feldsteine mit vermauert werden können. Nicht nur die Mauersteinschichten, sondern auch die eingebundenen Lagen von Feld- und Bruchsteinen müssen sehr genau wagerecht aufgeführt, die Steine gehörig genäßt und beim Vermauern nicht durch den Schlag mit dem Hammer, sondern mit der Hand angedrückt werden, auch ohne weiteres Verrük-

Fig. 101.

ken

ken sogleich in die erforderliche Lage kommen. Es ist von wenig Vortheil für die Festigkeit der Futtermauern von gebrannten Steinen, wenn man Pfeiler von Werksteinen oder Chaînes, in gewissen Entfernungen einbindet, weil die Ziegelmauer alle erforderliche Festigkeit gewährt, wenn nur die Steine und der Mörtel die nöthige Eigenschaft haben und beim Baue selbst nichts versehen ist. Dagegen ist es nothwendig, wenn neben dergleichen Ziegelmauern eine starke Passage ist und man leicht eine Beschädigung der obersten Lage dieser Mauer zu fürchten hat, daß eine Schicht Deckplatten von Werksteinen angebracht werde; sonst aber ist es hinreichend, wenn bei der obersten Lage die Ziegel, welche hier von ganz vorzüglicher Güte seyn müssen, auf die schmale lange Seite gestellt werden oder eine Rollschicht gemauert wird. Diejenigen Steine der Rollschicht, welche an die Vorderseite der Mauer kommen, sind aber leicht an den Ecken der Beschädigung ausgesetzt, daher können solche besonders geformt und abgerundet werden, wie bei A Figur 102. Um das Abstoßen dieser von Ziegeln verfertigten Decklage zu vermeiden, muß man nicht diese Ecksteine, wie bei den Werkstückbekleidungen vorspringen lassen, sondern die Mauer grade und bündig aufführen. Auch darf man nicht fürchten, daß unter diesen Umständen die Decklage oder die Vorderseite der Wand von der Witterung leide, weil die Wände der Schleusen am Bromberger Kanal dieses hinlänglich widerlegen, wenn nur die Steine und der Mörtel die erforderliche Güte haben und die Fugen gut ausgestrichen sind.

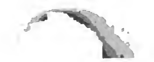
Tafel XXXIV. Fig. 102.

Man steht noch häufig in dem Wahne, daß dergleichen Ziegelmauern, welche vom Wasser bespült werden, nicht dauerhaft sind, obgleich die Beispiele in Holland das Gegentheil beweisen. Auch pflegt man einzuwenden, daß unsere Ziegel nicht von eben der Dauer wie die holländischen wären, allein sowohl die Schleusen des Bromberger Kanals als auch so viele vorhandene alte Gemäuer in unsern Gegenden zeugen von dem Gegentheile.

Die Ausführung der Futtermauern von Bruchsteinen, wovon diejenigen, welche an die Vorderseite kommen, eine quaderförmige Gestalt erhalten, kann hier um so mehr übergangen werden, da alle Regeln, die hiebei zu beobachten sind, sich im Vorhergehenden befinden.

§. 158.

Zur Befestigung der Schiffe an den Futtermauern müssen große eiserne Ringe auf verschiedene Höhen der Mauer über dem Wasserspiegel und selbst auf



auf den Deckplatten angebracht werden. Die Ringe, welche an der Vorderfläche der Mauer angebracht werden, müssen jedesmal in die Mitte eines Werkstücks mit einem Bolzen befestiget und dieser mit Blei vergossen, innerhalb der Mauer aber durch einen Splint festgehalten werden. Auch darf der Ring außerhalb der Mauer nicht vorstehen, weil sonst die Schiffe leicht daran beschädigt werden. Man gibt daher dem Steine eine geringe Vertiefung wie Figur 103.

Tafel XXXV. Fig. 103.

Sollen dergleichen Ringe bei Mauern angebracht werden, deren Vorderseite durchgängig von gebrannten Steinen erbaut werden soll, so müssen wenigstens an denjenigen Stellen, wo Ringe vorkommen, Werkstücke vermauert werden, welche in der Mauer breiter als außerhalb sind. Die vordere Ansicht eines solchen Werkstücks nebst dem Ringe ist durch Figur 104. vorgestellt. Auch pflegt man öfters zum Festhalten der Schiffe anstatt der Ringe eiserne Bügel wie Figur 105. und 106. anzubringen, wovon letztere besonders bei Schiffsschleusen häufig vorkommen, weil solche, wenn sie in den Schleusenkammern angebracht werden, für die Schiffer sehr bequem sind, um die Schiffe während des Durchschleusens, mit dem Haken an der Fahrstange daran zu halten.

Fig. 104. Fig. 105. u. 106.

§. 159.

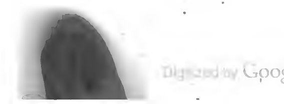
Zur Erleichterung des Landverkehrs mit den Schiffen, werden bei hohen Futtermauern Auffahrten (Appareillen) oder Treppen angebracht. Die Auffahrten werden innerhalb eines senkrechten Einschnitts in die Futtermauer angelegt, dessen Seitenwände Mauern erhalten; die Auffahrt selbst aber wird mit Feldsteinen ausgepflastert und muß nicht zu steil angelegt werden.

Die Treppen pflegt man eben so wie die Auffahrten senkrecht auf die Richtung der Futtermauern anzulegen Figur 107, dies hat aber den Nachtheil, daß man bei hohem Wasser, wenn der größte Theil der Stufen unter dem Wasserspiegel liegt, nicht leicht nach den davor stehenden Schiffen kommen kann; man bringt daher auch diese Treppen so an, daß sie mit der Mauer einerlei Richtung wie Figur 108. erhalten; weil man alsdann, das Wasser mag auf irgend einer Höhe stehen, unmittelbar von der letzten über dem Wasser liegenden Stufe, in das an der Treppe liegende Schiff treten kann. Werden die Stufen nach einem Halbzirkel angelegt Fig. 109., wie dies zu Hellwoet geschehen ist, so erhält man dadurch eben diesen Vortheil und zugleich einen bequemern Raum, um vom Lande nach der Treppe zu kommen.

Fig. 107. Fig. 108. Fig. 109.

§. 160.

Die bisher beschriebenen Futtermauern waren durch kein merkliches Uebertreten ihres Obertheils ausgezeichnet, obgleich der Fall eintreten kann, daß man genöthigt wird, wenn es der Straße, welche neben der Futtermauer befindlich ist, an Breite fehlt und die an der Straße befindlichen Häuser nicht zurückgesetzt wer-

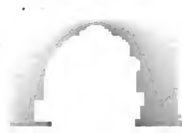


werden können, den Obertheil der Futtermauer zur Gewinnung des Fußwegs (Trottoir) über zu kragen. Dieser Fall ist in Paris eingetreten, wo sowohl der Quai Pelletier als auch der Quai de l'Horloge eine solche Ueberkragung erhalten haben. Die folgenden Beschreibungen dieser Futtermauern nebst den Abbildungen, sind aus den mémoires sur les objets les plus importans de l'Architecture par Patte (1769) Chap. 5. p. 215—220. entlehnt und sämmtliche Maaße beziehen sich auf Pariser Fuß und Zolle. Im dritten Bande der vom Herrn Hofrath Wiebeking herausgegebenen Wasserbaukunst findet man zugleich noch andere ausgeführte Futtermauern beschrieben. Der Quai Pelletier ist im Durchschnitt Figur 110. und in der Vorderansicht Figur 111. abgebildet. Es läßt sich aber leicht einsehen, daß eine so starke Ueberkragung, welche bei dieser Futtermauer etwa 5 Fuß beträgt, eine ansehnliche Verstärkung erfordert, damit die vorspringenden Steine A, B, C durch die Last der Deckplatten K, des Geländers F und anderer auf den Fußweg zu bringenden Lasten nicht überstürzen. Wollte man jedem einzelnen Steine A, B, eine eiserne Verankerung mit dem übrigen nicht vorspringenden Mauerwerke geben, so würde die Arbeit nicht nur kostbarer, sondern auch weniger dauerhaft als nach der vom Architekten *Bullet* gewählten Konstruction ausgefallen seyn; man machte daher auf die ganze Länge der Mauer 34 Abtheilungen wie AA' Figur 111., jede von 12 Fuß $3\frac{1}{2}$ Zoll lang, und anstatt den Steinen, welche den Vorsprung AC Figur 110. bilden, durchgängig vertikale Fugen zu geben, so bestand nur die unterste Schicht C Figur 111. des Vorsprungs aus Steinen mit vertikalen Fugen; dagegen war am Anfang einer jeden Abtheilung wie bei A, B oder A' B' ein Widerlager für die beiden Steinschichten D und E, deren Fugen wie bei einem scheidrechten Gewölbe, nach einem gemeinschaftlichen Punkt gerichtet waren und welchen die Steine AA', BB' zum Widerlager dienten, so daß wenn diese hinlänglich fest waren, auch die übrigen Gewölbsteine nicht herunter fallen konnten. Die Befestigung der Widerlagssteine läßt sich aus dem Profil Figur 110., welches einen Durchschnitt des Widerlagers AB Figur 111. abbildet, besser übersehen, wo durch die eiserne Klammer G die beiden obersten Steine und durch den eisernen Ziehband HI die sämmtlichen Steine, welche den Vorsprung bilden, gehalten werden.

Tafel XXXV. Fig. 110. u. 111. — Fig. 111. — Fig. 110. — Fig. 111.

Die Konstruktion des Quai de l'Horloge Figur 112. und 113. ist von der eben beschriebenen verschieden, weil hier die zwischen dem Widerlager M, M' befindlichen Gewölbsteine N Figur 113. nicht zwei besondere Steinschichten bilden, sondern nur aus einer einzigen bestehen. Die Entfernung MM' vom Mittel zweier Widerlagen ist 12 Fuß 3 Zoll. Auch sind hier anstatt der eisernen Anker, die Widerlagen M, M mit den dahinter befindlichen Steinen durch eiserne Klammern T, T Figur 112. verbunden. Bei einer genauen Vergleichung dieser beiden hier beschriebenen Konstruktionen wird man leicht mit Patte der letztern den Vorzug geben.

Fig. 112. u. 113.



Anhang zum sechsten Abschnitt.

I. Ueber den Druck der Erde gegen Futtermauern, nebst Bestimmung der Abmessungen dieser Mauern.

II. Bestimmung des Orts, wo die Ankerbalken bei Bollwerkspfählen angebracht werden müssen.

III. Ueber das Eindringen der Rammpfähle.

I. Abhandlung.

Ueber den Druck der Erde gegen Futtermauern, nebst Bestimmung der Abmessungen dieser Mauern.

§. 161.

Tafel XXXVI. Fig. 114.

Eine zusammenhängende Erdmasse ABZ Figur 114. würde unter dem Winkel AZB = φ über die unter ihr befindliche Erde auf ZB herunter rutschen, und die unter dem Winkel BAZ = β gegen den Horizont AZ geneigte feste Wand AB weg drücken, wenn nicht gegen die Wand ABB′, die hier noch als ein gewichtloser Körper angesehen wird, eine Kraft V in horizontaler Richtung angebracht wäre, welche dem Erddruck das Gleichgewicht hielte. Man sucht die Größe der Kraft V, damit die Erdmasse durch den kleinsten Ueberschuß an Kraft vermögend ist, die Mauer ABB′ umzuwerfen.

Die Linie BC werde vertikal gezogen und man setze:

$$BC = h,\ AB = a,\ AC = b,\ CZ = z,\ BZ = r;$$

das Gewicht eines Kubikfußes Erde = e; das Verhältniß des Drucks zur Reibung bei Erde auf Erde = 1 : n und bei Erde auf Mauerwerk = 1 : m, so ist das Gewicht des Erdkörpers ABZ, wenn derselbe einen Fuß dick angenommen wird

$$P = \tfrac{1}{2}\, eh\,(b+z)$$

Denkt man sich nun das Gewicht P im Punkt G vereinigt und durch die Linie GD ausgedrückt, so zerlegt sich GD in zwei andere Kräfte, wovon die eine GE die Erdmasse nach der Richtung ZB mit einer Kraft

$$GE = P \sin\varphi = \frac{h}{r}P$$

fort zu bewegen strebt; die andere Kraft GF verursacht einen senkrechten Druck auf ZB

GF

$$GF = P \cos\varphi = \frac{z}{r} P.$$

Wird die Kraft V durch die Horizontale GH vorgestellt, und nach den Richtungen GK und GI, mit BZ parallel und darauf senkrecht zerlegt, so strebt die Kraft V die Erdmasse nach der mit BZ parallelen Richtung mit einer Gewalt

$$GK = V \cos\varphi = \frac{z}{r} V$$

aufwärts zu bewegen, und verursacht auf BZ einen senkrechten Druck

$$GI = V \sin\varphi = \frac{h}{r} V.$$

Aus der Wirkung der Kraft V gegen die Wand ABB′ entstehet da, wo die Erde die Fläche AB von der Wand berührt, ein senkrechter Druck $= V \times \sin\beta = \frac{h}{a} V$, und eben so stark muß im Fall des Gleichgewichts die Erdmasse ABZ gegen AB drücken. Soll nun die Mauer ABB′ durch den Erddruck umgeworfen werden und es entsteht eine Umdrehung der Mauer um den Punkt B′, so kann nur dann eine Bewegung der Mauer erfolgen, wenn die mit derselben in Berührung stehenden Erdtheile nach der Richtung AB abgleiten. Hiedurch wird aber eine Reibung $= m \frac{h}{a} V$ verursacht, welche der Bewegung eben so widersteht, als wenn im Punkte G mit der Richtung BA parallel eine Kraft

$$GL = m \frac{h}{a} V$$

nach oben zu, angebracht wäre.

Nun ist der Winkel $LGM = ABZ = 180° - \beta - \varphi$, daher $\sin LGM = \sin(\beta + \varphi)$ und $\cos LGM = -\cos(\beta + \varphi)$; wird daher die Kraft GL nach GM mit BZ parallel und nach GN auf BZ senkrecht zerlegt, so erhält man

$$GM = GL . \cos LGM = -\frac{mh}{a} V \cos(\beta + \varphi); \text{ aber}$$

$$\cos(\beta + \varphi) = \cos\beta \cos\varphi - \sin\beta \sin\varphi = \frac{bz}{ar} - \frac{hh}{ar}, \text{ daher}$$

$$GM = \frac{mh}{a^2 r} (h^2 - bz) V$$

und

und die auf BZ senkrechte Kraft

$$GN = GL \sin LGM = \frac{mh\sqrt{r}}{a} \sin(\beta + \varphi); \text{ nun ist}$$

$$\sin(\beta + \varphi) = \sin\beta \cos\varphi + \cos\beta \sin\varphi = \frac{h}{a}\frac{z}{r} + \frac{b}{a}\frac{h}{r}, \text{ daher}$$

$$GN = \frac{mh^2}{a^2 r} (b + z) V.$$

Die gesammten Pressungen senkrecht auf BZ sind

$$GF + GI - GN = \frac{z}{r} P + \frac{h}{r} V - \frac{mh^2}{a^2 r} (b + z) V.$$

und die Kraft, welche die Erdmasse ABZ mit ZB parallel zu bewegen strebt

$$GE - GK - GM = \frac{h}{r} P - \frac{z}{r} V - \frac{mh}{a^2 r} (h^2 - bz) V.$$

Diese Kraft muß der Reibung, welche von dem auf BZ senkrechten Druck entstehet, das Gleichgewicht halten, daher ist

$$\frac{h}{r} P - \frac{z}{r} V - \frac{mh}{a^2 r}(h^2 - bz) V = n \frac{z}{r} P + n \frac{h}{r} V - n \frac{mh^2}{a^2 r} (b + z) V.$$

Wird hieraus V entwickelt und für P sein Werth gesetzt, so findet man

$$V = \frac{ea^2 h}{2} \cdot \frac{bh + (h - nb) z - nz^2}{na^2 h + mh^3 - nmbh^2 + (a^2 - mbh - nmh^2) z}.$$

§. 162.

Tafel XXXVI. Fig. 114.

Die Größe des Erddrucks gegen AB Figur 114. oder die Kraft V hängt unter übrigens gleichen Umständen von der Entfernung $CZ = z$ ab, und es muß einen Werth für z geben, bei welchem die Erdmasse ABZ gegen AB den stärksten horizontalen Druck ausübe, oder wo V ein Maximum wird. Dieses zu finden, setze man

$$na^2 h + mh^3 - nmbh^2 = A \text{ und}$$
$$a^2 - mbh - nmh^2 = B$$

so ist, wenn der im vorigen §. für V gefundene Ausdruck differenzirt wird,

$$\frac{dV}{dz} = \tfrac{1}{2} ea^2 h \frac{hA - nbA - bhB - 2nAz - nBz^2}{(A + Bz)^2}$$

Diesen Werth $= 0$ und

$$n^2 A^2 + n^2 bAB + nhAB - nbhB^2 = R$$

gesetzt,

gesetzt, so erhält man nach gehöriger Entwickelung

$$z = \frac{-nA + \sqrt{R}}{nB}.$$

Da nun $\frac{d^2V}{dz^2}$ eine negative Größe giebt, so erhält man für V ein Maximum, wenn statt z der gefundene Werth in den allgemeinen Ausdruck von V gesetzt wird. Durch diese Substitution erhält man

$$V = \tfrac{1}{2}ea^2h\,\frac{(2nA + hB - nbB)\sqrt{R} - n^2A^2 + n^2bAB - nhAB + nbhB^2 - R}{B^2\sqrt{R}} \text{ oder}$$

$$V = \tfrac{1}{2}ea^2h\,\frac{(2nA + hB - nbB)\sqrt{R} - 2R}{B^2\sqrt{R}} \text{ oder}$$

$$V = \tfrac{1}{2}ea^2h\,\frac{2nA + hB - nbB - 2\sqrt{R}}{B^2}$$

und wenn für R sein Werth gesetzt und abgekürzt wird,

$$V = \tfrac{1}{2}ea^2h\left(\frac{\sqrt{(nA + hB)} - \sqrt{(nA - nbB)}}{B}\right)^2.$$

Für B = o erhält dieser Ausdruck einen unbestimmten Werth, weil Zähler und Nenner = o wird, daher kann man folgende Verwandlung vornehmen.

Es ist $\sqrt{\alpha} - \sqrt{\beta} = \frac{\alpha - \beta}{\sqrt{\alpha} + \sqrt{\beta}}$, daher

$$V = \tfrac{1}{2}ea^2h\left(\frac{h + nb}{\sqrt{(nA + hB)} + \sqrt{(nA - nbB)}}\right)^2$$

Werden nun für A und B die erforderlichen Werthe gesetzt, so erhält man, weil $h^2 + b^2 = a^2$ ist,

$$V = \tfrac{1}{2}eh^2\left(\frac{h + nb}{\frac{h}{a}\sqrt{[(n^2 + 1)(a^2 - mbh)]} + \sqrt{[nh(nh + mh - b)]}}\right)^2$$

Wird nun

$$\frac{h + nb}{\frac{h}{a}\sqrt{[(n^2 + 1)(a^2 - mbh)]} + \sqrt{[nh(nh + mh - b)]}} = N \text{ gesetzt, so}$$

erhält man für den größten horizontalen Druck gegen die Wand AB

$$V = \tfrac{1}{2}eh^2N^2.$$

Für

Für eine vollkommen flüssige Masse, wird n und m = o, daher N = 1 und $v = \frac{1}{2}eh^2$, wie nach bekannten hydrostatischen Lehren erfordert wird.

§. 163.

Tafel XXXVI. Fig. 114.

Steht die Fläche AB, Figur 114., der Wand ABB vertikal, so wird b = o und a = h, daher

$$N = \frac{1}{\sqrt{(n^2+1)}+\sqrt{(n^2+nm)}} \text{ und}$$

$$V = \frac{\frac{1}{2}eh^2}{[\sqrt{(n^2+1)}+\sqrt{(n^2+nm)}]^2}.$$

Unter übrigens gleichen Umständen verhält sich daher der horizontale Erddruck bei verschiedenen Höhen, wie die Quadrate dieser Höhen.

§. 164.

Fig. 115.

Es sey α = A'AR Figur 115. der Böschungswinkel, unter welchem aufgehäufte Erde gegen den Horizont AA' liegen bleibt, so hat am Abhang AR jedes Erdtheilchen p, dessen Gewicht p ist, ein Bestreben nach der Richtung RA zu sinken = p sinα und verursacht senkrecht auf AR einen Druck = p cos α. Hievon entsteht eine Reibung = np cosα, und weil das Erdtheilchen p in Ruhe bleibt, so muß hier die Reibung eben so groß seyn, als die Kraft, mit welcher es herabfallen würde, oder p sinα = np cosα, daher

$$n = \text{tang}\,\alpha.$$

Ist daher der Neigungswinkel α für irgend eine Erdart bekannt, so kann daraus das Verhältniß der Reibung zum Druck, oder n gefunden werden.

Nachstehende Tafel enthält die Böschungswinkel für verschiedene Körper.

	α	n
angefeuchteter Sand	24°	0,445
angefeuchtete Gartenerde	27°	0,510
trockner Sand	32°	0,625
Kiesel und kleine Straßensteine	36°	0,727
trockne pulverisirte Gartenerde	37°	0,754
trockner pulverisirter Lehm	40°	0,839
trockne pulverisirte Thonerde	45°	1,000
trockner pulverisirter Steinkalk	50°	1,192

Für das Wasser wäre $\alpha = 0$, also $n = 0$.

Nicht allein die Reibung, sondern auch die Kohäsion verhindert die Erde am Absinken. Weil aber die Kohäsion bei einerlei Erde, nachdem solche mehr oder weniger Feuchtigkeit hat, sehr verschieden ausfällt, und daher nicht leicht mit Sicherheit in Rechnung gebracht werden kann, so ist bei der Bildung der Hauptformel §. 161. nur so weit darauf Rücksicht genommen worden, als die Kohäsion mit der Entstehung des Böschungswinkels φ zusammen hängt. Hiedurch ist nicht nur der allgemeine Ausdruck für V viel einfacher ausgefallen, sondern es entsteht auch in Absicht seiner Anwendung auf Futtermauern noch der Vortheil, daß der Druck der Erde gegen die Mauer nicht zu klein in Rechnung gebracht wird.

§. 165.

Bei der Bestimmung des Erddrucks gegen eine Futtermauer ist es rathsam, denjenigen Fall anzunehmen, bei welchem die Erde den größten Druck ausübt, weil man alsdann sicher ist, wenn die Mauer hienach proportionirt wird, daß kein Erddruck entstehet, welcher die Mauer umwerfen könnte. Wäre BR Figur 116. die Neigung, unter welcher die Erde frei absinkt, so läßt sich einsehen, daß es zwischen A und R noch unzählig andere Richtungen wie ZB giebt, unter welchen die Erde ebenfalls absinken kann, und wenn alsdann der Druck V vom Erdkörper ABZ größer als von ABR ist, so ist es der Sicherheit gemäß, den Körper ABZ als drückende Masse in Rechnung zu bringen. Dies ist der Fall, wenn bei den Berechnungen der §. 162. für V gefundene Werth beibehalten wird. Setzt man die Reibung an der Wand $AB = 0$, so wird $m = 0$, und man erhält alsdann für eine vertikale Wand

Tafel XXXVI. Fig. 116.

$$N^2 = \frac{1}{[n + \sqrt{(n^2 + 1)}]^2}$$

oder, weil $\text{Tang}\,\alpha = n$ also $n^2 + 1 = \sec\alpha^2$,

$$N^2 = \frac{1}{(\tan\alpha + \sec\alpha)^2} = \frac{1}{\left(\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} + \frac{1}{\cos\alpha}\right)^2} = \frac{\cos\alpha^2}{(\sin\alpha + 1)^2}.$$

Aber es ist $\cos\alpha^2 = 1 - \sin\alpha^2 = (1 + \sin\alpha)(1 - \sin\alpha)$, daher, wenn dieser letzte Werth in die Gleichung gesetzt und abgekürzt wird, so erhält man

$$V = \tfrac{1}{2} ch^2 \frac{1 - \sin\alpha}{1 + \sin\alpha}$$

wel-

welches der von Herrn Woltmann (Beiträge, 3ter Bd. S. 175) gefundene Ausdruck ist, wenn auf die Reibung der Erde gegen die Mauer nicht Rücksicht genommen wird.

§. 166.

Bei der Bestimmung des Werths von m ist zu erwägen, daß die Mauer, besonders an derjenigen Seite, welche gegen die Füllerde gekehrt ist, sehr uneben ausfällt, und daß die Vertiefungen, welche gegen die drückende Erde gekehrt sind, mit derselben ausgefüllt werden. Soll nun der Erdkörper von der Mauer abrutschen, so läßt sich dies so annehmen, als wenn sich Erde auf Erde reibt, und man kann daher ohne Nachtheil $m = n$ setzen. Dies giebt

$$N = \frac{h + nb}{\frac{h}{a}\sqrt{[(n^2+1)(a^2 - nbh)]} + \sqrt{[nh(2nh - b)]}}.$$

Für eine vertikale Wand wird $b = o$ und $a = h$, also

$$N = \frac{1}{\sqrt{(n^2+1)} + n\sqrt{2}}.$$

Wäre die Erde eine vollkommen flüssige Masse, so ist $n = o$, also $N = 1$, daher $V = \frac{1}{2}eh^2$.

§. 167.

Will man die erforderliche Stärke der Futtermauern bestimmen, so ist es nothwendig, auf die schlimmsten Fälle zu rechnen, damit der Erddruck V nicht zu klein geschätzt wird. Da nun bei der durchnäßten Erde der Böschungswinkel α kleiner als bei trockner Erde wird, so darf derselbe nicht zu groß genommen werden, weshalb hier im Durchschnitt $\alpha = 30$ Grad gesetzt werden soll. Dies giebt $n = \text{Tang}\,\alpha = 0{,}577$, beinahe $= \frac{4}{7}$, und man erhält, wenn in den für N gefundenen allgemeinen Ausdruck $n = \frac{4}{7}$ gesetzt wird,

$$N = \frac{7 + \frac{4b}{h}}{\sqrt{\left[65\left(1 - \frac{4bh}{7a^2}\right)\right]} + 2\sqrt{\left(8 - \frac{7b}{h}\right)}}.$$

Für eine vertikale Wand wird $a = h$ und $b = o$, also

$$N = \frac{7}{\sqrt{65 + 4\sqrt{2}}} = 0{,}5102 \text{ und}$$

$$N^2 = 0{,}2603.$$

In denjenigen Fällen, wo nicht die größte Genauigkeit erfordert wird, kann man die Grenzen zwischen $\frac{b}{h} = 0$ und $\frac{b}{h} = \frac{3}{10}$ statt des vorhin gefundenen Werths, den nachstehenden Näherungsausdruck gebrauchen,

$$N^2 = 0{,}26 + \tfrac{1}{2}\,\frac{b}{h}\left(1 + \frac{b}{h}\right).$$

Nachstehende Tafel enthält einige Werthe für N nach dem zuerst gefundenen allgemeinen Ausdruck, wenn für $\frac{b}{h}$ ein bestimmter Werth angenommen wird.

$\frac{b}{h}$	N	N^2	$\frac{b}{h}$	N	N^2
0	0,5102	0,2603	0,2	0,6199	0,3843
0,05	0,5304	0,2853	0,3	0,6688	0,4473
0,1	0,5591	0,3126	0,4	0,7305	0,5336
0,15	0,5850	0,3422	0,5	0,7947	0,6315

Weil durch das Verhältniß $\frac{b}{h}$ die Neigung der hintern Seite des Profils gegen den Horizont bestimmt wird, so folgt hieraus, daß bei einerlei Neigung der hintern Seite eines Profils, der Werth von N unverändert bleibt, welches sich auch schon aus dem allgemeinen Ausdruck für N abnehmen läßt.

§. 168.

Tafel XXXVI. Fig. 117.

Der Mauer ABE, Figur 117. vertikale Höhe AC sei h, und BC = b, so ist der horizontale Erddruck gegen einen Theil AG, wozu die vertikale Höhe AH = y gehört, $= \frac{1}{2} e y^2 N^2$, oder wenn dieser Druck = V′ gesetzt wird,

$$V' = \tfrac{1}{2} e y^2 N^2$$

wo N^2 eine beständige Größe ist, weil der Neigungswinkel der Mauer oder das Verhältniß $\frac{b}{h}$ unveränderlich bleibt. Das Moment des Drucks V′ für den Punkt E sey M′, so ist, wenn y um dy wächst,

$$dM' = (h - y)\, dV' = eN^2 (h - y)\, y dy$$

davon

davon das Integral giebt

$$M' = eN^2 \left(\tfrac{1}{2}h - \tfrac{1}{3}y\right) y^2$$

wo keine Konstante hinzu kommt, weil M' mit y zugleich verschwindet. Wird das Moment für die ganze Mauer $AB = M$ gesetzt, so ist $y = h$, also das Moment des Erddrucks gegen die Mauer AB.

$$M = \tfrac{1}{6} eh^3 N \quad \text{oder auch nach §. 102.}$$

$$M = \tfrac{1}{3} hV.$$

Wird $CH = \tfrac{1}{3}h$ angenommen, so ist

$$M = CH \cdot V.$$

Weil nun durch V der gesammte horizontale Erddruck bezeichnet wird, und eine Kraft V, in der Richtung HG oder im Punkte G angebracht, dem Erddruck das Gleichgewicht hält, so ist G der Mittelpunkt des Erddrucks, welcher über der Grundfläche der Mauer um den dritten Theil ihrer Höhe liegt. Der Erddruck gegen AG ist daher eben so groß als gegen GB, wovon man sich leicht überzeugen kann.

Wäre die Füllerde eine flüssige Masse, so ist für jeden Werth von b, $V = \tfrac{1}{2}eh^2$, daher allgemein für diesen Fall

$$M = \tfrac{1}{6}eh^3.$$

Unter der Voraussetzung, daß die Hinterwand der Mauer vertikal ist, erhält man das Moment des Erddrucks

$M = \tfrac{1}{6}eh^3N^2$, oder weil $N^2 = 0{,}2603$ ist, so erhält man

$$M = 0{,}0434\, eh^3.$$

§. 169.

Das Ausweichen der Futtermauern, wenn sie nicht hinlänglich stark sind, kann dadurch geschehen, daß die Erde die Mauer horizontal fortschiebt, oder daß ihr Obertheil überweicht und die Mauer umgeworfen wird. Der Fall, daß Mauern horizontal fortgeschoben werden, ist wegen der Kohäsion der Materialien, und wegen der bedeutenden Reibung, mit welcher sie dem Fortschieben widerstehen, äußerst selten, dagegen kommt das Ueberweichen nur zu oft vor und man kann daher annehmen, daß wenn eine übrigens fleißig erbauete Futtermauer gegen das Umwerfen gesichert ist, so wird das Fortschieben derselben um so weniger zu befürchten seyn, wenn man bei Bestimmung der Kraft, mit welcher die Mauer dem Umwerfen widersteht, auf die Kohäsion des Mörtels, welcher die Mauersteine verbindet, nicht Rücksicht nimmt. Diese Vorsicht ist um

so

so nothwendiger, da bei frischen Mauern die Kohäsion nicht sehr bedeutend ist, auch zum Theil durch den Frost aufgehoben werden kann, und weil es auf alle Fälle nothwendig wird, die Mauer etwas stärker auszuführen, als das Gleichgewicht für den Erddruck erfordert.

Wird daher die Stärke der Futtermauern unter der Voraussetzung berechnet, daß solche lediglich durch ihr Gewicht dem Umwerfen widerstehen sollen, ohne die Kohäsion des Mörtels in Rechnung zu bringen, so ist man gewiß, daß die hienach bestimmten Abmessungen der Mauer zureichende Stärke ertheilen.

Nachstehende Tafel enthält das Gewicht verschiedener Baukörper und Erden für einen Kubikfuß dieser Materialien in Berliner Pfunden, und zugleich das specifische Gewicht derselben, wobei aber zu bemerken ist, daß die angegebenen Werthe nur als Durchschnittszahlen aus mehreren Untersuchungen anzusehen sind, weil hiebei keine vollständige Uebereinstimmung zu erwarten ist.

Ein Kubikfuß	Pfund	Spez. Gew.
Wasser	$65\frac{15}{16}$	1,000
Mauer von rüdersdorfer Kalksteinen, trocken	158	2,396
Mauer von rüdersdorfer Kalksteinen, frisch	$162\frac{1}{4}$	2,461
Mauer von magdeburger Sandsteinen, trocken	135	2,047
Mauer von magdeburger Sandsteinen, frisch	140	2,123
Mauer von gebrannten Ziegeln, trocken	105	1,593
Mauer von gebrannten Ziegeln, frisch	112	1,699
rüdersdorfer roher Kalkstein	158	2,396
gebrannter Ziegel	$104\frac{1}{2}$	1,584
Feldstein	165	2,502
trockner Kalkmörtel	108	1,638
frischer Kalkmörtel	118	1,789
Sand, gemeiner, trocken	108	1,638
Sand aus Bächen	125,3	1,900
Sand mit Wasser gesättigt	$128\frac{1}{4}$	1,945
Lehm, fetter, trockner	100	1,517
Lehm, fetter, nasser	109,7	1,664
lehmigte, festgestampfte Erde, trocken	127,2	1,929
lehmigte, festgestampfte Erde, naß	136	2,063
feste Gartenerde, trocken	107,5	1,630
feste Gartenerde, naß	135	2,047
trockne magere Erde.	88,2	1,338

Das

Das Gewicht der nassen Körper bezieht sich auf die Menge derjenigen Feuchtigkeit, welche diese Körper annehmen, ohne daß ihr Umfang vergrößert wird.

§. 170.

Tafel XXXVI. Fig. 118.

Das Profil einer Futtermauer sey ein rechtwinklichtes Dreieck ABD, Fig. 118., dessen vertikale Seite gegen die Erde gekehrt ist, und $BD = x$ die Grundlinie, welche dieses Profil bei einer Höhe $AB = h$ erhalten muß, damit es gegen das Umwerfen gesichert ist. Wird die Futtermauer wie bisher einen Fuß lang, oder das Profil einen Fuß dick angenommen, so ist, wenn g das Gewicht von einem Kubikfuß Mauerwerk bezeichnet, das Gewicht dieses Profils $= \frac{1}{2}ghx$, und weil sich dasselbe beim Umwerfen um den Punkt D drehen muß, die Vertikale durch den Schwerpunkt aber $\frac{2}{3}x$ von D absteht, so wird das Moment des Profils $= \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} ghx^2$. Dieses ohne Rücksicht auf die Kohäsion des Mörtels dem Moment des Erddrucks gleich gesetzt (§. 168), giebt

$$\frac{1}{3}ghx^2 = \frac{1}{6}eh^3N^2,$$ also

die gesuchte Grundlinie

$$x = hN\sqrt{\frac{e}{2g}}.$$

Für jede andere Höhe $AB' = h'$ wäre die Grundlinie

$$x' = h'N\sqrt{\frac{e}{2g}}.$$

Aber $h:h' = x:x'$, folglich $x' = B'D'$; daher wird, weil dieses eben so für jede andere Höhe gilt, ein dergleichen Profil so proportionirt seyn, daß es für alle horizontale Querschnitte mit dem Erddruck im Gleichgewicht ist, oder es ist von gleichförmigem Widerstande. Jedes andere Profil, welches eine vertikale Seite gegen die Erde kehrt, wird daher mehr Fläche einnehmen oder mehr Materialien erfordern, wenn es dem Erddruck das Gleichgewicht halten soll.

Für die Höhe h und die Grundlinie x des Profils sey der Flächeninhalt desselben $= F$, so findet man

$$F = \frac{1}{2}h^2N\sqrt{\frac{e}{2g}}.$$

§. 171.

Fig. 119.

Das Profil der Futtermauer ABD Figur 119. sey ein rechtwinklichtes Dreieck, welches die schiefe Seite AB gegen die Füllerde kehrt, so ist das Gewicht

Gewicht des Profils, wenn AD = h und BD = x ist, $= \frac{1}{2} ghx$. Die Vertikallinie durch den Schwerpunkt ist $\frac{1}{3}x$ von D entfernt, daher das Moment des Profils $= \frac{1}{6} ghx^2$. Wird BC vertikal gezogen, so drückt außer der Mauer ABD auch noch das Stück Erde ABC lothrecht auf die Grundfläche BD. Das Gewicht dieser Erde ist $= \frac{1}{2} ehx$; die Vertikallinie durch ihren Schwerpunkt ist $\frac{2}{3}x$ von D entfernt, daher ist ihr Moment $= \frac{2}{3} . \frac{1}{2} ehx^2$. Beide Momente $\frac{1}{6} ghx^2 + \frac{1}{3} ehx^2$ müssen dem Momente des horizontalen Erddrucks (§. 168) gleich seyn, also

Tafel XXXVI. Fig. 119.

$$\tfrac{1}{6} ghx^2 + \tfrac{1}{3} ehx^2 = \tfrac{1}{6} eh^3 N^2, \text{ oder}$$

$$\left(\frac{g}{e} + 2\right) x^2 = h^2 N^2, \text{ oder}$$

$$x = \frac{hN}{\sqrt{\left(\frac{g}{e} + 2\right)}}.$$

Da nun N für einerlei Neigung der Seite AB unveränderlich bleibt, so läßt sich von diesem Profil eben so wie im vorigen §. beweisen, daß dasselbe von gleichförmigem Widerstande sey.

Nach §. 167. ist, wenn x nicht größer als $\frac{3}{5}$ angenommen wird, $N^2 = 0{,}26 + \frac{1}{2}\frac{x}{h} + \frac{1}{2}\frac{x^2}{h^2}$, daher

$$x = \frac{h}{\sqrt{\left(\frac{g}{e} + 2\right)}} \sqrt{\left(0{,}26 + \frac{1}{2}\frac{x}{h} + \frac{1}{2}\frac{x^2}{h^2}\right)} \text{ und hieraus}$$

$$x = \frac{h \pm h\sqrt{\left(7{,}24 + 4{,}16\frac{g}{e}\right)}}{4\left(\frac{3}{2} + \frac{g}{e}\right)}.$$

wo nur das oberste Zeichen vor der Wurzel gelten kann, weil sonst x negativ wird.

Für den Flächeninhalt des Profils findet man

$$F = \tfrac{1}{2} hx = \frac{1 + \sqrt{\left(7{,}24 + 4{,}16\frac{g}{e}\right)}}{8\left(\frac{3}{2} + \frac{g}{e}\right)} h^2.$$

§. 172.

Damit die Futtermauern dem größten Erddruck widerstehen können, darf man das Gewicht der Erde nicht zu klein in Rechnung bringen, man wird daher als einen zureichenden und sichern Werth für die am meisten vorkommenden Fälle

$$\frac{e}{g} = 1 \text{ oder } e = g$$

annehmen können, wobei man versichert bleibt, daß die Futtermauern keine zu geringe Abmessungen erhalten, wenn N nach §. 167. bestimmt wird.

Nach den allgemeinen Ausdrücken, welche in den beiden letzten §§. für die Grundecken dreieckigter Profile gefunden worden, findet man bei einem dreieckigten Profil, dessen vertikale Seite gegen die Füllerde gekehrt ist, wenn x die Grundlinie des Dreiecks, F aber der Flächeninhalt desselben bezeichnet,

$$x = 0{,}5102\, h\sqrt{\tfrac{1}{2}} = 0{,}3608\, h$$

$$F = \tfrac{1}{2} xh = 0{,}1804\, h^2$$

Ist hingegen die vertikale Seite des dreieckigten Profils nach außen gekehrt, so erhält man für $\frac{g}{e} = 1$

$$x = \frac{1 + \sqrt{11{,}4}}{10} = 0{,}4377 h \text{ und}$$

$$F = 0{,}2188 h^2.$$

§. 173.

Tafel XXXVI. Fig. 120.

Das Profil einer Mauer sey ein Rechteck ABDE Figur 120; AB = h, BD = x, so ist das Gewicht des Profils für die einfüßige Dicke = ghx; das Moment $\frac{1}{2} ghx^2$, also §. 168.

$$\tfrac{1}{2} ghx^2 = \tfrac{1}{6} eh^3 N^2, \text{ folglich}$$

$$x = hN\sqrt{\frac{e}{3g}}.$$

Für $\frac{e}{g} = 1$ wird

$$x = 0{,}5102\, h\sqrt{\tfrac{1}{3}} = 0{,}2946 h, \text{ beinahe } = \tfrac{3}{10} h \text{ und}$$

$$F = hx = 0{,}2946\, h^2.$$

Vergleicht man die hier gefundenen Werthe für den Flächeninhalt der Profile mit denen des vorigen §., so läßt sich übersehen, welche bedeutende Vortheile

die nach oben zugespitzten Profile gegen die rechtwinklichten haben, weil sie, um eben so viel Widerstand gegen den Erddruck zu äußern, nur etwa $\frac{5}{8}$ so viel Flächeninhalt erfordern, so daß durch die Anwendung dreieckigter Profile, $\frac{3}{8}$ der Materialien gegen rechtwinklichte erspart werden könnten. Da es aber in der Ausübung nicht statthaft ist, die Futtermauern nach oben zugeschärft zu erbauen, auch schon deshalb eine merkliche Oberbreite erfordert wird, wenn in gleicher Höhe mit der Krone der Futtermauer ein Steinpflaster angelegt werden soll, so kann man diesen Vortheil nicht ganz benutzen. Gewöhnlich nimmt man zur Ober- oder Kronenbreite der Futtermauer den vierten bis sechsten Theil ihrer Höhe, weshalb in den folgenden Rechnungen die Oberbreite der Mauer dem sechsten Theil ihrer Höhe oder $= \frac{1}{6}h$, angenommen werden soll.

Was die vordere Böschung der Futtermauern betrifft, so ist unser Klima von der Beschaffenheit, daß es nicht rathsam ist, eine große äußere Böschung anzunehmen. Bei Werkstücken nimmt man nicht leicht die Ausladung der Böschung (§. 101) größer als den achten Theil ihrer Höhe an, und bei gebrannten oder Ziegelsteinen ist es deshalb nicht rathsam, mehr als $\frac{1}{12}$ der Höhe zur Ausladung zu nehmen, weil bei übrigens guten Ziegeln, dennoch die Menge der Fugen bei einer flächern Böschung sehr leicht zur Auswitterung der Steine und des Mörtels Gelegenheit geben. In sehr vielen Fällen erhält die Vorderseite der Futtermauer gar keine Böschung.

Tafel XXXVI. Fig. 121.

§. 174.

Die Hinterseite AB Fig. 121. eines trapezförmigen Profils sey vertikal, die Höhe $EG = h$, die Ausladung der äußern Böschung $DG = kh$, wo k irgend einen Bruch bedeutet; man sucht die Oberbreite $AE = x$, damit das Profil ABDE dem horizontalen Erddruck gegen AB hinlänglichen Widerstand leiste.

Das Moment des Dreiecks DGE in Absicht des Punkts D ist

$$= \frac{2}{3}kh \cdot \frac{1}{2}kh^2 g = \frac{1}{3}k^2 gh^3$$

und das Moment des Rechtecks ABGE

$$= (kh + \frac{1}{2}x)\, hxg.$$

Beide Momente müssen dem Moment des Erddrucks $\frac{1}{6}eh^3N^2$ (§. 170.) gleich seyn. Aber $N^2 = 0{,}2603$, §. 167, daher

$$\frac{1}{3}k^2gh^3 + kgh^2x + \frac{1}{2}ghx^2 = \frac{1}{6} \cdot 0{,}2603\, eh^3.$$

Hieraus findet man, wenn $\frac{e}{g} = 1$ gesetzt wird ,

x^2

$x^2 + 2khx + \frac{2}{3}k^2h^2 - 0{,}0868\,h^2 = 0$, folglich die Oberbreite

$$x = [-k + \sqrt{(\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}0868)}]\,h$$

Wird die Unterbreite des Profils oder DB = u gesetzt, so erhält man

$$u = kh + x = h\sqrt{(\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}0868)}$$

und den Flächeninhalt des Profils

$$F = \tfrac{1}{2}(x + u)\,h.$$

Um die verschiedenen Werthe für die Oberbreite x, die Unterbreite u und den Flächeninhalt F besser zu übersehen, wenn k geändert wird, kann nachstehende Tafel dienen.

k	$\frac{1}{48}$	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{7}$
x	0,2740 h	0,2540 h	0,2409 h	0,2152 h	0,1784 h	0,1642 h
u	0,2948 h	0,2956 h	0,2964 h	0,2985 h	0,3[illegible]34 h	0,3070 h
F	0,2844 h^2	0,2748 h^2	0,2686 h^2	0,2568 h^3	0,2409 h^2	0,2356 h^2

§. 175.

In einem trapezförmigen mit einer Hinterböschung versehenen Profile, ABDE Figur 122, dessen Höhe AC = h, Oberbreite AE = $\frac{1}{6}$h, Ausladung DG = kh gegeben ist, wo k irgend ein Bruch bedeutet, sucht man die innere Ausladung BC = y, damit solches dem Erddruck hinlänglichen Widerstand leiste.

Tafel XXXVI. Fig. 122

Das Moment des Dreiecks EGD in Absicht des Punkts D ist

$$= \tfrac{2}{3}kh \cdot \tfrac{1}{2}kgh^2 = \tfrac{1}{3}k^2gh^3$$

Für das Moment des Rechtecks ACGE findet man

$$(kh + \tfrac{1}{12}h)\,\tfrac{1}{6}h^2 g = \tfrac{1}{6}(k + \tfrac{1}{12})\,gh^3$$

und für das Dreieck ABC ist das Moment

$$g\,(kh + \tfrac{1}{6}h + \tfrac{1}{3}y)\,\tfrac{1}{2}hy.$$

Ferner drückt auf die Seite AB eine Erdmasse von dem Inhalt des Dreiecks ABC = $\frac{1}{2}$hy vertikal unterwärts, deren Moment in Absicht des Punkts D

$$= e\,(kh + \tfrac{1}{6}h + \tfrac{2}{3}y)\,\tfrac{1}{2}hy$$

ist. Werden alle vier Momente zusammen genommen, so müssen solche dem Moment des horizontalen Erddrucks gleich seyn. Dieses ist §. 168.

$$= \tfrac{1}{6}eh^3N^2 \text{ also}$$

$$\tfrac{1}{3}k^2gh^3 + \tfrac{1}{6}g(k + \tfrac{1}{12})h^3 + \tfrac{1}{2}g(kh + \tfrac{1}{6}h + \tfrac{1}{3}y)hy + \tfrac{1}{2}e(kh + \tfrac{1}{6}h + \tfrac{2}{3}y)hy = \tfrac{1}{6}eh^3N^2$$

wird für N sein Werth nach §. 167. gesetzt, und die Gleichung nach den Po-

 ten-

tenzen von y geordnet, so erhält man für $\frac{e}{g} = 1$ nachstehende Gleichung

$$y^2 + \tfrac{1}{5}(12k + 1)\,hy + \tfrac{2}{5}(2k^2 + k - 0{,}1767)\,h^2 = 0$$

und hieraus die Ausladung der Hinterböschung

$$y = -\frac{12k + 1}{10}\,h + \tfrac{2}{5}h\sqrt{(4k^2 - k + 0{,}5042)}.$$

Setzt man die Unterbreite des Profils DB = u und den Flächeninhalt desselben = F, so ist BD = u = $kh + \frac{1}{5}h + y$; F = $\frac{1}{2}kh^2 + \frac{1}{5}h^2 + \frac{1}{2}yh = \frac{1}{2}(kh + \frac{1}{5}h + y)h$, und man erhält für verschiedene Werthe von k nachstehende Tafel

K =	0	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{8}$
Hintere Ausladung v	0,1840 h	0,1245 h	0,1050 h	,0679 h	0,0166 h
Unterbreite u	0,3507 h	0,3328 h	0,3271 h	0,3178 h	0,3083 h
Flächeninhalt F	0,2586 h^2	0,2497 h^2	0,2468 h^2	0,2422 h^2	0,2375 h^2

§. 176.

Sehr häufig giebt man den Hinterwänden der Futtermauern keine Böschung, sondern man bringt statt derselben eine **Fußbank** (Banquette) an, wie BC FG Figur 123. Für diesen Fall findet man, wenn $\frac{e}{g} = 1$ angenommen wird, eben so wie §. 173. die Unterbreite BD =

Tafel XXXVI. Fig. 123.

$$x = 0{,}2946\,h.$$

Nimmt man nun die Oberbreite AE = $\frac{1}{5}$h, so wird die **Breite der Fußbank** oder

$$BC = 0{,}128\,h \text{ oder beinahe } = \tfrac{1}{8}h$$

Sofern das Mauerwerk der Fußbank BG hinlänglich fest mit der übrigen Futtermauer verbunden ist, so scheint es für den Fall, daß e = g wird, gleichgültig zu seyn, welche Höhe BG die Fußbank erhält. Allein da für die Höhe AF die Stärke der Mauer bei HF noch zureichend seyn muß, so darf BG nicht zu klein genommen werden. Soll die Stärke HF hinlänglichen Widerstand für den Erddruck von der Höhe AF leisten, so wird nach §. 173. erfordert, daß

HF

$HF = \frac{7}{24} . AF$ ist; aber $HF = \frac{1}{6} h$, daher $AF = \frac{4}{7} h$, folglich die nöthige Höhe der Fußbank oder

$$BG = \frac{3}{7} h.$$

Hienach ist bei einem rechtwinklichten Profil mit einer Fußbank, wenn die Höhe der Mauer $= h$ ist

die obere Breite derselben $= \frac{1}{6} h$
die Unterbreite — — $= \frac{7}{24} h$
die Breite der Fußbank $= \frac{1}{8} h$
die Höhe derselben $= \frac{3}{7} h$.

§. 177.

Erhält die Vorderseite des Profils eine Böschung und man soll an der Hinterseite eine Fußbank anlegen, so ist für $\frac{e}{g} = 1$, die Unterbreite des Profils DB Figur 124. oder §. 174.

Tafel XXXVI. Fig. 124.

$$u = h \sqrt{(\tfrac{1}{3} k^2 + 0{,}0868)}.$$

Damit aber die Mauer bei FI noch zureichend stark für den horizontalen Erddruck auf die Höhe AF ist, so setze man $AF = h'$ und $IF = u'$, so muß §. 174.

$$u' = h' \sqrt{(\tfrac{1}{3} k^2 + 0{,}0868)} \text{ seyn.}$$

Aber $FG' = AE = \frac{1}{6} h$ und $IG' = kh'$, daher auch

$$u' = kh' + \tfrac{1}{6} h \text{ folglich}$$

$$kh' + \tfrac{1}{6} h = h' \sqrt{(\tfrac{1}{3} k^2 + 0{,}0868)} \text{ oder}$$

$$h' = \frac{\frac{1}{6} h}{\sqrt{(\frac{1}{3} k^2 + 0{,}0868)} - k}$$

Nun ist $FC = h - h'$ daher die Höhe der Fußbank oder

$$FC = h - \frac{\frac{1}{6} h}{\sqrt{(\frac{1}{3} k^2 - 0{,}0868)} - k}$$

Ferner ist $DC = DG + GC = kh + \frac{1}{6} h$ also
$BC = BD - DC = u - (k + \frac{1}{6} h$, oder man findet die Breite der Fußbank

$$BC = h \left[\sqrt{(\tfrac{1}{3} k^2 + 0{,}0868)} - \tfrac{1}{6} - k\right]$$

Es ist daher, wenn

$$\sqrt{(\tfrac{1}{3} k^2 + 0{,}0868)} = A$$

gesetzt wird:

die Höhe der Mauer . . . $= h$

die

die Oberbreite . . . . . $= \frac{1}{6} h$
die Ausladung der äussern Böschung . $= kh$
die Unterbreite u . . . . . $= Ah$
die Höhe der Fußbank . . . . $= \left(1 - \frac{1}{6(A-k)}\right) h$
die Breite der Fußbank . . . . $= (A - k - \frac{1}{6}) h.$

Mit Hülfe dieser allgemeinen Ausdrücke erhält man nach der Verschiedenheit der Böschungen, nachstehende Tafel:

K	0	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{8}$
Unterbreite	0,2946 h	0,2956 h	0,2964 h	0,2985 h	0,3034 h
Höhe der Fußbank	0,4345 h	0,3139 h	0,3082 h	0,2255 h	0,0658 h
Breite der Fußbank	0,1280 h	0,0874 h	0,0742 h	0,0486 h	0,0118 h
Flächeninhalt F	0,2222 h^2	0,2175 h^2	0,2[illegible]73 h^2	0,2[illegible]93 h^2	0,2299 h^2

§. 178.

Tafel XXXVI. Fig. 125.

Ist die Vorderseite des Profils mit einer Böschung versehen und man will an der Hinterseite zwei Fußbänke anlegen, so erhält man für EA Figur 125. $= \frac{1}{6} h$, wenn die Bezeichnung §. 177., so wie die im vorigen §. von A gegebene Bedeutung beibehalten wird,

die Unterbreite BD oder

$u = Ah.$

Setzt man ferner AF = h′ und AN = h″, so ist ebenfalls

$$AF = h' = \frac{\frac{1}{6} h}{A - k}$$

Nimmt man an, daß beide Fußbänke gleich breit seyn sollen, so erhält man

$FH = KL = \frac{1}{2} BC = \frac{1}{2} (BD - DC)$
$= \frac{1}{2} (Ah - kh - \frac{1}{6} h).$

Für die Höhe AN = h″ wird erfordert (§. 174.), daß die Unterbreite

$MK = A . h''$ sey.

Es ist aber auch:

$MK = MN + FH$ und weil
$MN = kh'' + \frac{1}{6} h$, so wird

MK

$$MK = kh'' + \tfrac{1}{3}h + \tfrac{1}{2}(Ah - kh - \tfrac{1}{3}h)$$

Beide Werthe von MK einander gleich gesetzt, giebt:

$$h'' = \tfrac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{6(A-k)}\right)h$$

Ferner ist

$$FN = AN - AF = h'' - h' = \tfrac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{6(A-k)}\right)h - \frac{1}{6(A-k)}h$$

und man findet die Höhe der obersten Fußbank, oder

$$FN = \tfrac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{6(A-k)}\right)h.$$

Für die unterste Fußbank ist

$$NC = AC - AN = h - h'' = h - \tfrac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{6(A-k)}\right)h$$

oder

$$NC = \tfrac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{6(A-k)}\right)h$$

also erhalten beide Fußbänke gleiche Höhe.

Wenn daher

die Höhe des Profils . . . . $= h$

die Oberbreite . . . . $= \tfrac{1}{3}h$

die Ausladung der äußern Böschung $= kh$

gesetzt werden, so ist für zwei Fußbänke:

die Unterbreite . . . . $= Ah$

die Höhe einer jeden Fußbank $= \tfrac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{6(A-k)}\right)h$

die Breite einer jeden Fußbank $= \tfrac{1}{2}(A - k - \tfrac{1}{3})h$

und man erhält, wenn F den Flächeninhalt des Profils bezeichnet, für verschiedene Werthe von k nachstehende Tafel

k =	0	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{8}$
Unterbreite	0,2947 h	0,2956 h	0,2964 h	0,2985 h	0,3033 h
Höhe jeder Fußbank	0,2172 h	0,1719 h	0,1541 h	0,1127 h	0,0329 h
Breite jeder Fußbank	0,0641 h	0,0437 h	0,0371 h	0,0243 h	0,0059 h
Flächeninhalt F	0,2084 h^2	0,2100 h^2	0,2115 h^2	0,2166 h^2	0,2297 h^2

§. 179.



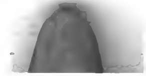
§. 179.

Statt der Fußbänke werden auch öfter an der inwendigen Seite der Futtermauern Strebepfeiler (Contreforts) angebracht, um dadurch die Mauern bei einem geringern Aufwande von Materialien gegen das Umwerfen zu sichern, als bei geraden Mauern ohne Strebepfeiler erforderlich wären. Man hat verschiedene Gestalten für diese Strebepfeiler in Vorschlag gebracht und verlangt, daß sie im horizontalen Durchschnitt ein Rechteck wie ABCD Figur 126. oder ein Trapez wie EFGH oder IKLM bilden sollen. Setzt man, daß bei den drei angeführten Pfeilern die horizontalen Querschnitte und auch die Längen derselben einander gleich sind, so läßt sich leicht einsehen, daß zum Umwerfen eines Pfeilers wie EG die meiste, wie AC weniger und wie IL noch weniger Kraft erfordert wird. In dieser Hinsicht müßte man also den Pfeiler EG wählen. Weil aber den Erfahrungen gemäß die Pfeiler gewöhnlich an ihrer Wurzel bei EH sich ablösen, so sucht man vielmehr den Pfeiler an derselben zu verstärken, weshalb die Gestalt EFGH nicht zu wählen ist. Die meiste Stärke an der Wurzel besitzt zwar der Pfeiler IL, ob er gleich dem Umwerfen weniger als AC widerstehet; beim Baue dieser Pfeiler, besonders von gebrannten Steinen, entsteht aber der Nachtheil, daß sehr viel Steine verhauen oder eigene Ziegel gestrichen werden müssen, wenn man einen tüchtigen Verband mit dem übrigen Theil der Mauer erhalten will. Es ist daher am zuträglichsten und dient zugleich zur Erleichterung der Arbeit bei der Ausführung, wenn zum Querschnitt der Pfeiler ein Rechteck angenommen wird, und damit hinlängliche Festigkeit an der Wurzel entstehe, darf die Breite AD des Pfeilers nicht zu klein ausfallen. Bei den folgenden Berechnungen wird die Breite der Pfeiler dem fünften Theile von der Höhe der Futtermauer gleich gesetzt werden.

Tafel XXXVI. Fig. 126.

Je größer die Länge AB des Pfeilers ist, desto mehr widersteht derselbe dem Umwerfen und es läßt sich beweisen, daß unter übrigens gleichen Umständen, bei einer größern Länge der Pfeiler, nicht nur die Entfernungen derselben von einander größer werden können, sondern auch alsdann weniger Materialien erforderlich sind. Weil aber bei einer zu großen Länge der Pfeiler sehr leicht ein Ablösen derselben an der Wurzel entsteht, so ist es nicht anzurathen, die Pfeiler länger als den vierten Theil der Höhe der Futtermauer ($=\frac{1}{4}h$) anzunehmen.

§. 180.



§. 180.

An einer Futtermauer, deren Höhe h und Ausladung der Vorderböschung $= kh$ ist, sollen grade Strebepfeiler angebracht werden, deren Länge AB, Fig. 127., $= \frac{3}{4} h$, Breite $BC = \frac{1}{5} h$ und lichte Entfernung von einander oder $DF = h$ ist; man sucht die Oberbreite der Mauer $HF = x$, damit sie dem Erddruck hinlänglichen Widerstand leiste.

Tafel XXXVI. Fig. 127.

Das Gewicht eines Pfeilers ist $= \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{5} gh^3$ und das Moment desselben

$$(kh + x + \tfrac{3}{8} h) \cdot \tfrac{3}{20} gh^3.$$

Das Gewicht der Mauer AEHF, deren Länge $EH = \frac{6}{5} h$ ist, wird gefunden

$$g \cdot \tfrac{6}{5} h^2 (\tfrac{1}{2} kh + x) = \tfrac{3}{5} ghk^3 + \tfrac{6}{5} gh^2 x$$

und hievon die Momente

$$\tfrac{2}{3} kh \cdot \tfrac{3}{5} ghk^3 + (kh + \tfrac{1}{2} x) \tfrac{6}{5} gh^2 x = \tfrac{2}{5} gk^2 h^4 + \tfrac{3}{5} g (2kh + x) h^2 x.$$

Das Moment des horizontalen Erddrucks auf die Länge eines Fußes der Mauer ist $= \frac{1}{6} eh^3 N^2$ (§. 168), also auf die Länge $EH = \frac{6}{5} h$

$$\tfrac{1}{6} eh^3 N^2 \cdot \tfrac{6}{5} h = \tfrac{1}{5} eh^4 N^2$$

und weil dieses Moment den drei Momenten des Mauerwerks gleich seyn muß, so ist

$$\tfrac{3}{20} g (kh + \tfrac{3}{8} h + x) h^3 + \tfrac{2}{5} gk^2 h^4 + \tfrac{3}{5} g (2kh + x) h^2 x = \tfrac{1}{5} eh^4 N^2.$$

Für $N^2 = 0{,}2603$ und $\frac{e}{g} = 1$ erhält man, wenn die Gleichung nach x geordnet wird

$$x^2 + (2k + \tfrac{1}{12}) hx + (\tfrac{2}{3} k^2 + \tfrac{1}{12} k - 0{,}07635) h^2 = 0$$

und hieraus die gesuchte Oberbreite der Futtermauer

$$x = -(k + \tfrac{1}{24}) h + h \sqrt{(0{,}07809 + \tfrac{1}{3} k^2)}.$$

Für $k = 0$ erhält man die Oberbreite der Mauer

$$x = 0{,}2378 h.$$

Für $k = \frac{1}{24}$ ist $x = 0{,}1972 h$.

Für $k = \frac{1}{18}$ ist $x = 0{,}1841 h$.

Für $k = \frac{1}{12}$ ist $x = 0{,}1586 h$.

Für $k = \frac{1}{8}$ ist $x = 0{,}1222 h$.

Noch ist zu bemerken, daß zur Vereinfachung der Rechnung auf die Reibung, welche zwischen der Erde und den beiden Seitenflächen des Strebepfeilers entsteht, nicht Rücksicht genommen ist, weil solche bei den angenommenen Voraussetzungen sehr wohl aus der Acht gelassen werden konnte.

Damit der körperliche Inhalt, welcher zu einer Futtermauer mit Strebepfeilern erfordert wird, mit den übrigen Futtermauern verglichen werden könne, so ist noch auszumitteln, wie viel Mauerwerk im Durchschnitt auf jeden Fuß

von der Länge der Futtermauer kommt. Die Fläche dieses einen Fuß dicken Körpers sey F, so kann solche dadurch bestimmt werden, daß der Inhalt der Futtermauer zwischen zwei Pfeilern, nebst dem Inhalt eines Pfeilers und der dazu gehörigen Mauer durch die Länge $\frac{6}{5}h$ dividirt wird.

Nun ist der Inhalt der Mauer zwischen zwei Pfeilern

$$(\tfrac{3}{5}kh + \tfrac{6}{5}x)h^2;$$

der Inhalt eines Pfeilers und der dazu gehörigen Mauer

$$= \tfrac{1}{20}h^3,$$

daher findet man den äquirirten Flächeninhalt

$$F = \frac{\frac{3}{5}kh + \frac{6}{5}x + \frac{1}{20}h}{\frac{6}{5}h}h^2$$

$$= (\tfrac{1}{2}kh + \tfrac{1}{24}h + x)h.$$

Für $k = 0$ ist $F = 0{,}2795h^2$.
— $k = \frac{1}{24}$ ist $F = 0{,}2597h^2$.
— $k = \frac{1}{18}$ ist $F = 0{,}2536h^2$.
— $k = \frac{1}{12}$ ist $F = 0{,}2419h^2$.
— $k = \frac{1}{8}$ ist $F = 0{,}2264h^2$.

§. 181.

Weil die für F oder die Profilfläche gefundenen Werthe die beste Uebersicht geben, in welchem Verhältnisse bei einem gewählten Profile mehr Materialien als bei einem andern erfordert werden, so wird sich aus nachstehender Zusammenstellung am besten beurtheilen lassen, in welchem Verhältnisse diese Werthe gegen einander stehen.

§.	Vorderböschung h	Oberbreite	Unterbreite	bei einer Fußbank		bei zwei Fußbänken		Entfernung der Strebepfeiler	Inhalt des Profils F.
				Höhe	Breite	Höhe	Breite		
173.	0	0,2946	0,2946	—	—	—	—	—	0,2946
174.	$\frac{1}{24}$	0,2540	0,2956	—	—	—	—	—	0,2748
	$\frac{1}{18}$	0,2409	0,2964	—	—	—	—	—	0,2686
	$\frac{1}{12}$	0,2152	0,2985	—	—	—	—	—	0,2568
	$\frac{1}{8}$	0,1784	0,3034	—	—	—	—	—	0,2409
175.	0	0,1666	0,3507	—	—	—	—	—	0,2586
	$\frac{1}{24}$	0,1666	0,3328	—	—	—	—	—	0,2497
	$\frac{1}{18}$	0,1666	0,3271	—	—	—	—	—	0,2468
	$\frac{1}{12}$	0,1666	0,3178	—	—	—	—	—	0,2422
	$\frac{1}{8}$	0,1666	0,3083	—	—	—	—	—	0,2375
177.	0	0,1666	0,2947	0,4345	0,1281	—	—	—	0,2222
	$\frac{1}{24}$	0,1666	0,2956	0,3439	0,0874	—	—	—	0,2175
	$\frac{1}{18}$	0,1666	0,2964	0,3082	0,0742	—	—	—	0,2173
	$\frac{1}{12}$	0,1666	0,2985	0,2255	0,0486	—	—	—	0,2193
	$\frac{1}{8}$	0,1666	0,3034	0,0658	0,0118	—	—	—	0,2299
178.	0	0,1666	0,2946	—	—	0,2172	0,0640	—	0,2084
	$\frac{1}{24}$	0,1666	0,2956	—	—	0,1719	0,0437	—	0,2100
	$\frac{1}{18}$	0,1666	0,2964	—	—	0,1541	0,0371	—	0,2115
	$\frac{1}{12}$	0,1666	0,2985	—	—	0,1127	0,0243	—	0,2166
	$\frac{1}{8}$	0,1666	0,3034	—	—	0,0329	0,0059	—	0,2297
180.	0	0,2378	0,2378	—	—	—	—	1,0000	0,2795
	$\frac{1}{24}$	0,1972	0,2388	—	—	—	—	1,0000	0,2597
	$\frac{1}{18}$	0,1841	0,2396	—	—	—	—	1,0000	0,2536
	$\frac{1}{12}$	0,1586	0,2419	—	—	—	—	1,0000	0,2419
	$\frac{1}{8}$	0,1222	0,2472	—	—	—	—	1,0000	0,2264

wobei noch zu bemerken ist, daß die Zahlen der letzten vertikalen Spalte mit h^2, die übrigen Zahlen aber mit h multiplicirt werden müssen, wenn h wie bisher die Höhe der Futtermauer bezeichnet.

Bei dieser Tafel ist auf keinen Gegendruck auf die Vorderböschung Rücksicht genommen; denn weil derselbe gewöhnlich nur vom Wasser entsteht, dieses aber in den meisten Fällen eine abwechselnde Höhe hat, auch Veranlassung zur Erweichung der Füllerde giebt, wodurch ihr horizontaler Druck gegen die Futtermauer vermehrt wird, so scheint es rathsam zu seyn, den Gegendruck, welcher vom Wasser entsteht, nicht in Abrechnung zu bringen.

§. 182.

Die bisher untersuchten Fälle beziehn sich lediglich darauf, daß außer dem Druck der Erde, welche nicht höher als die Futtermauer angenommen ist, kein fremder Druck innerhalb derjenigen Grenzen, wo die Erde noch auf die Futtermauer wirkt, vorhanden sey. Weil aber sehr häufig an den Ufern der Flüsse und Kanäle, wo Futtermauern erbaut sind, längs denselben Straßen oder Ablageplätze zu Kaufmannsgütern angelegt werden, so ist auch in solchen Fällen nach Verhältniß der Last eine größere Stärke der Mauer nöthig, damit sie dieser Last und dem Druck der Erde gehörig widerstehe. Bei einer nahe an der Futtermauer anzulegenden Straße ist es schwer, die Belastung in Anschlag zu bringen, welche das Fahren der Wagen verursacht, und noch schwieriger wird die Bestimmung der Abmessungen dieser Mauern, wenn auf die Erschütterungen, welche vom schnellen Fahren der Wagen entstehen, Rücksicht genommen werden soll. Je höher die Futtermauer ist, desto nachtheiliger wird die Erschütterung, und desto weiter erstreckt sich, wegen §. 164., der Raum auf der Oberfläche der Erde, auf welchem Belastungen noch gegen die Mauer drücken. Um für dergleichen nicht genau zu bestimmende Fälle den Futtermauern die nöthige Stärke zu geben, wird es zureichen, die drückende Erde so in Rechnung zu bringen, als wenn ihr Gewicht um die Hälfte größer wäre, als das Gewicht eines eben so großen Körpers von der Futtermauer, oder daß $\frac{3}{2}g = e$ ist. In besondern Fällen, wenn die Größe der Belastung gegeben ist, muß eine eigene Rechnung geführt werden. Wegen der mehrern Stärke, welche die Futtermauern erhalten, wenn $e = \frac{3}{2}g$ gesetzt wird, soll bei allen folgenden Rechnungen die Oberbreite dem fünften Theile der Höhe gleich gesetzt werden, in so fern diese Breite nicht aus andern Umständen bestimmt wird.

§. 183.

Tafel XXXVI. Fig. 120.

Hat die Mauer zum Profil ein Rechteck, Fig. 120., so ist nach §. 173, wenn $\frac{3}{2}g$ statt e gesetzt wird, die Breite der Mauer oder

$$x = hN \sqrt{\frac{e}{2g}} = 0{,}5102\,h \sqrt{\tfrac{1}{2}}$$
$$= 0{,}3608\,h$$

und der Flächeninhalt des Profils

$$F = 0{,}3608\,h^2.$$

Bei



Bei einem trapezförmigen Profil sey die Hinterseite senkrecht, so findet man mit Beibehaltung der Bezeichnung §. 174.

$$x^2 = 2khx + \frac{2}{3}k^2 . h^2 - 0,13015)]h.$$

und hieraus die Oberbreite

$$x = [-k + \sqrt{(\frac{1}{3} . k^2 + 0,13015)}]h.$$

Eben so erhält man die Unterbreite

$$u = h\sqrt{(\frac{1}{3}k^2 + 0,13015)}$$

und den Flächeninhalt

$$F = \frac{1}{2}(x + u)h.$$

Für verschiedene Werthe von k entstehet folgende Tafel:

k	0	$\frac{1}{48}$	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{8}$
x	0,3608 h	0,3401 h^2	0,3199 h	0,3066 h	0,2806 h	0,2429 h
u	0,3608 h	0,3609 h	0,3615 h	0,3621 h	0,3639 h	0,3679 h
F	0,3608 h^2	0,3505 h^2	0,3407 h^2	0,3343 h^2	0,3222 h^2	0,3054 h^2

§. 184.

Bei einem trapezförmigen mit einer Hinterböschung versehenen Profile, dessen Oberbreite dem fünften Theile der Höhe gleich ist, findet man die einzelnen Momente, welche dem Umwerfen der Mauer widerstehen, auf eine ähnliche Art wie §. 175.

$$\frac{2}{3}kh . \frac{1}{2}kgh^2 = \frac{1}{3}gk^2h^3$$

$$(kh = \frac{1}{10}h)\ \frac{1}{5}gh^2 = \frac{1}{5}g(k + \frac{1}{10})h^3;$$

$$g(kh + \frac{1}{5}h + \frac{1}{3}y)\frac{1}{2}hy;$$

$$e(kh + \frac{1}{5}h + \frac{2}{3}y)\frac{1}{2}hy = g(kh + \frac{1}{5}h + \frac{2}{3}y)\frac{1}{2}hy$$

weil für diesen letzten Fall e nicht größer als g seyn kann. Diese Ausdrücke zusammen genommen müssen dem Moment des horizontalen Erddrucks $\frac{1}{3}eh^3N^2$ gleich seyn. Wird nun für diesen Erddruck, nach §. 182., $\frac{3}{4}g$ statt e gesetzt, so ist derselbe $= \frac{1}{4}gh^3N^2$, daher

$$\frac{1}{3}k^2h^3 + \frac{1}{5}(k + \frac{1}{10})h^3 + \frac{1}{2}(kh + \frac{1}{5}h + \frac{1}{3}y)hy + \frac{1}{2}(kh + \frac{1}{5}h + \frac{2}{3}y)hy = \frac{1}{4}h^3N^2$$

und hieraus die innere Ausladung

$$y = \frac{-40k - 3 + \sqrt{(800k^2 - 240k + 117)}}{30}.h.$$

Eben so findet man die Unterbreite

$$u = kh + \frac{1}{5}h + y$$

und

und den Flächeninhalt des Profils

$$F = \frac{1}{2}(x + u)h.$$

Für verschiedene Werthe von k entstehet nachstehende Tafel

k	0	$\frac{1}{48}$	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{8}$
y	0,2605 h	0,2255 h	0,1914 h	0,1693 h	0,1264 h	0,0658 h
u	0,4605 h	0,4463 h	0,4330 h	0,4248 h	0,4097 h	0,3908 h
F	0,3302 h²	0,3231 h²	0,3165 h²	0,3124 h²	0,3048 h²	0,2954 h²

§. 185.

Soll das trapezförmige Profil eine Fußbank erhalten, wenn die Oberbreite $= \frac{1}{5}h$ gegeben ist, so erhält man alsdann, wenn das specifische Gewicht der Erde, welche auf die Fußbank drückt, dem Gewichte des Mauerwerks gleich gesetzt wird, nach §. 177, die Unterbreite

$$u = h\sqrt{(\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)}$$

Tafel XXXVI. Fig. 124. und hieraus mit Beibehaltung der §. 177. eingeführten Bezeichnung, nach Figur 124.

$$IF = u' = h'\sqrt{(\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)}.$$

Es ist aber auch

$$u' = kh' + \tfrac{1}{5}h, \text{ daher}$$

$$kh' + \tfrac{1}{5}h = h'\sqrt{(\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)} \text{ oder}$$

$$h' = \frac{\frac{1}{5}h}{-k + \sqrt{(\frac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)}}, \text{ also}$$

$$FC = h - h' = h - \frac{\frac{1}{5}h}{-k + \sqrt{(\frac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)}}.$$

Ferner, weil $BC = u - (k + \frac{1}{5})h$, so findet man die Breite der Fußbank

$$BC = h[-\tfrac{1}{5} - k + \sqrt{(\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)}].$$

Es ist daher, wenn

$$\sqrt{(\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)} = A \text{ gesetzt wird,}$$

die Höhe der Mauer $= h$;
die Oberbreite $= \frac{1}{5}h$;
die Ausladung der äußern Böschung $= kh$;
die Unterbreite $u = Ah$;
die Höhe der Fußbank $= \left[1 - \frac{1}{5[A - k]}\right]h$:
die Breite der Fußbank $= [A - k - \frac{1}{5}]h$.

Diese



Diese allgemeinen Ausdrücke geben nach Verschiedenheit der Böschungen folgende Werthe:

k	0	$\frac{1}{48}$	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{6}$
Unterbreite	0,3607 h	0,3609 h	0,3615 h	0,3621 h	0,3639 h	0,3679 h
Höhe der Fußbank	0,4456 h	0,4119 h	0,3748 h	0,3477 h	0,2873 h	0,1771 h
Breite der Fußbank	0,1607 h	0,1401 h	0,1199 h	0,1066 h	0,0806 h	0,0429 h
Flächeninhalt F	0,1716 h²	0,2681 h²	0,2657 h²	0,2647 h²	0,2647 h²	0,2771 h²

§. 186.

Erhält das Profil Figur 125. zwei Fußbänke, so ist nach der §. 178. angenommenen Bezeichnung für $EA = \frac{1}{5}h$ (§. 185.)

$$A = \sqrt{(\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)}$$

$$u = Ah$$

$$AF = h' = \frac{\frac{1}{5}h}{A-k}$$

und bei gleich breiten Fußbänken

$$FH = \tfrac{1}{2}(A-k-\tfrac{1}{5})h$$

$$Mk = Ah'' = MN + NK = kh'' + \tfrac{1}{5}h + \tfrac{1}{2}(A-k-\tfrac{1}{5})h, \text{ daher}$$

$$AN = h'' = \tfrac{1}{2}h\left[1 + \frac{1}{5(A-k)}\right]$$

und man findet die Höhe der obersten Fußbank oder

$$FN = h'' - h' = \tfrac{1}{2}h\left[1 - \frac{1}{5(A-k)}\right].$$

Für die Höhe der untersten Fußbank ist

$$NC = h - h'' = \tfrac{1}{2}h\left[1 - \frac{1}{5(A-k)}\right].$$

Es erhalten also beide Fußbänke gleiche Höhe.

Ist daher

die Höhe des Profils $= h$
die Oberbreite $= \frac{1}{5}h$
die Ausladung der äußern Böschung $= kh$
so ist, wenn zwei Fußbänke angelegt werden,
die Unterbreite u $= Ah$

die

die Höhe einer jeden Fußbank $\frac{1}{2}\left[1-\frac{1}{5(A-k)}\right]h$

Werden nach diesen Ausmittelungen für verschiedene Werthe von k die dazu gehörigen Abmessungen des Profils bestimmt, so entstehet folgende Tafel:

k	0	$\frac{1}{48}$	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{8}$
Unterbreite	0,3607 h	0,3609 h	0,3615 h	0,3621 h	0,3639 h	0,3679 h
Höhe jeder Fußbank	0,2228 h	0,2059 h	0,1874 h	0,1738 h	0,1436 h	0,0885 h
Breite jeder Fußbank	0,0803 h	0,0700 h	0,0599 h	0,0533 h	0,0403 h	0,0214 h
Flächeninhalt F	0,2537 h^2	0,2536 h^2	0,2544 h^2	0,2554 h^2	0,2589 h^2	0,2681 h^2

§. 187.

Soll die Futtermauer Strebepfeiler erhalten, wenn vorausgesetzt wird, daß $\frac{3}{4}$h die Länge, $\frac{1}{8}$h die Breite der Strebepfeiler und h die lichte Entfernung derselben bezeichnet, so findet man mit Beibehaltung der §. 180. angenommenen Bezeichnung, das Moment eines Strebepfeilers

$$\frac{1}{36}g(kh+\frac{1}{8}h+x)h^3$$

und die Momente der Mauer

$$\frac{2}{3}gk^2h^4+\frac{1}{3}g(2kh+x)h^2x$$

Das Moment des horizontalen Erddrucks ist $=\frac{1}{6}eh^3N^2$ (§. 168.), oder wenn $e=\frac{3}{2}g$ gesetzt wird $=\frac{1}{4}gh^3N^2$, also auf die Länge EH Figur 127.

$$\frac{6}{5}h\cdot\frac{1}{4}gh^3N^2=\frac{3}{10}gh^4N^2$$

Wird dieses Moment den gefundenen Momenten der Mauer und des Strebepfeilers gleich gesetzt, so ist

$$\frac{1}{36}(kh+\frac{1}{8}h+x)h^3+\frac{2}{3}k^2h^4+\frac{1}{3}(2kh+x)h^2x=\frac{3}{10}h^4N^2$$

Für $N^2=0{,}2603$ erhält man, wenn die Gleichung nach x geordnet wird:

$$x^2+(2k+\frac{1}{12})hx+(\frac{2}{3}k^2+\frac{1}{12}k-0{,}1197)h^2=0$$

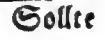
und hieraus die Oberbreite

$$x=-(k+\frac{1}{24})h+h\sqrt{(0{,}1214+\frac{1}{3}k^2)}.$$

Für die äquirirte Fläche erhält man wie §. 180.

$$F=(\frac{1}{2}kh+\frac{1}{14}h+x)h.$$

Nachstehendes Täfelchen enthält für verschiedene Werthe der vordern Ausladung k, die dazu gehörigen Oberbreiten x nebst dem äquirirten Flächeninhalte F:



k	0	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{6}$
Oberbreite x	0,3069 h	0,2661 h	0,2523 h	0,2268 h	0,1893 h
Flächeninhalt F	0,3485 h^2	0,3286 h^2	0,3222 h^2	0,3102 h^2	0,2726 h^2

Sollte



Sollte die lichte Entfernung zweier Pfeiler von einander größer oder kleiner seyn, als die Höhe der Futtermauer, so läßt sich die erforderliche Rechnung zur Bestimmung der Stärke der Mauer, auf eine ähnliche Art wie bei der vorstehenden, leicht ausführen; auch hat es keine Schwierigkeiten, wenn die Abmessungen der Pfeiler und die Stärke der Mauer gegeben sind, daraus die erforderliche Entfernung der Pfeiler von einander zu finden.

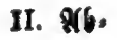
§. 188.

Nachstehende Tafel giebt eine Uebersicht der Werthe, welche die Profilfläche F für verschiedene Abmessungen der Futtermauern erhält.

§.	Vorderböschung i.	Oberbreite	Unterbreite	bei einer Fußbank		bei zwei Fußbänken		Entfernung der Strebepfeiler	Inhalt des Profils F.
				Höhe	Breite	Höhe	Breite		
183.	0	0,3608	0,3608	—	—	—	—	—	0,3608
	1/24	0,3199	0,3615	—	—	—	—	—	0,3407
	1/18	0,3066	0,3621	—	—	—	—	—	0,3343
	1/12	0,2806	0,3639	—	—	—	—	—	0,3222
	1/6	0,2429	0,3679	—	—	—	—	—	0,3054
184.	0	0, 2	0,4605	—	—	—	—	—	0,3302
	1/24	0, 2	0,4330	—	—	—	—	—	0,3165
	1/18	0, 2	0,4248	—	—	—	—	—	0,3124
	1/12	0, 2	0,4[illegible]97	—	—	—	—	—	0,3048
	1/6	0, 2	0,3908	—	—	—	—	—	0,2954
185.	0	0, 2	0,3607	0,4456	0,1607	—	—	—	0,2716
	1/24	0, 2	0,3615	0,3748	0,1199	—	—	—	0,2657
	1/18	0, 2	0,3621	0,3477	0,1066	—	—	—	0,2647
	1/12	0, 2	0,3639	0,2873	0,0906	—	—	—	0,2647
	1/6	0, 2	0,3670	0,1771	0,0429	—	—	—	0,2771
186.	0	0, 2	0,3607	—	—	0,2228	0,0803	—	0,2537
	1/24	0, 2	0,3615	—	—	0,1874	0,0599	—	0,2544
	1/18	0, 2	0,3621	—	—	0,1738	0,0533	—	0,2554
	1/12	0, 2	0,3639	—	—	0,1436	0,0403	—	0,2589
	1/6	0, 2	0,3679	—	—	0,0885	0,0214	—	0,2681
187.	0	0,3069	0,3069	—	—	—	—	0,0000	0,3485
	1/24	0,2661	0,3078	—	—	—	—	0,0000	0,3286
	1/18	0,2528	0,3083	—	—	—	—	0,0000	0,3222
	1/12	0,2268	0,3101	—	—	—	—	0,0000	0,3102
	1/6	0,1893	0,3143	—	—	—	—	0,0000	0,2726

§. 189.

Die Theorie der Futtermauern ist seit langer Zeit ein Gegenstand scharfsinniger Untersuchungen gewesen, und die vorhandenen Schriften von Belidor, Bossût, Brünings, Coulomb, Couplet, Fuß, Kinsky, Prony, Woltmann, Nepey rc., welche in dem angehängten Bücherverzeichniß vollständig angeführt sind, geben so verschiedene Ansichten über diese Materie, daß es nicht befremden darf, wenn die Resultate, welche aus diesen Theorien gezogen sind, merklich von einander abweichen.





II. Abhandlung.

Bestimmung des Orts, wo die Erdanker bei Bollwerkspfählen angebracht werden müssen.

§. 190.

Tafel XXXVI. Fig. 128.

In der vertikalen Wand KL, Figur 128., sey ein horizontaler Balken CD bei C eingemauert. In der Entfernung CD = c sey ein Gewicht B im Stande, denselben zu zerbrechen, so ist cR das Moment dieser Kraft, und man findet für jede andere Länge des Balkens die erforderliche Kraft, mit Beiseitesetzung vom Gewicht des Balkens, wenn man dieses Moment durch die Länge dividirt.

§. 191.

Fig. 129.

Ein horizontaler Balken AB, Figur 129., welcher in A und B frei aufliegt, soll in G so mit Gewichten belastet werden, daß er bei G entzwei bricht, man sucht die Größe dieses Gewichts. Es sey AG = a, GB = b, das in G erforderliche Gewicht = P, und der Druck auf A = Q. Alsdann ist nach bekannten statischen Lehren, für das Gleichgewicht mit der Kraft P,

$$Q = \frac{b}{a + b} P,$$

und es ist einerlei, ob der Balken in A und B aufliegt, und durch das Gewicht P in G gebrochen wird, oder ob er in G und B befestiget ist und durch das Gewicht Q zerbricht. Hat nun der Balken AB mit dem Balken CD, Figur 128. (§. 190.) gleiche Festigkeit, so ist

Fig. 128

$aQ = cR$, daher

ab

$$\frac{ab}{a+b}P = cR, \text{ oder}$$

$$P = \frac{a+b}{ab} \cdot cR.$$

Tafel XXXVI. Fig. 130.

§. 192.

Ein horizontaler Balken AE, Figur 130., ist bei A eingemauert und bei B unterstützt; in G und E sollen Gewichte W und R aufgehängt werden, damit der Balken bei A, G und B zerbreche; man sucht die Größe von W, wenn bekannt ist, daß R in der Entfernung EB den Balken bei B zerbricht?

Es sey $AG = a$, $GB = b$, $BE = c$.

Läge der Balken frei und wäre nur in A und B unterstützt, so würde ein Gewicht

$$\frac{a+b}{ab} cR$$

zureichen, denselben bei G zu zerbrechen. Damit aber bei A und B ein Bruch erfolge, sey in G noch eine Kraft p und p′ nöthig, wovon die erstere den Bruch bei A und die letztere bei B bewirke, so ist, weil p′ eben so viel wirken muß als R,

$$bp' = cR, \text{ also } p' = \frac{cR}{b}$$

und weil der Balken bei A eben die Festigkeit wie bei B hat, so muß ebenfalls $ap = cR$ seyn, also

$$p = \frac{cR}{a}.$$

Es ist daher $W = \frac{a+b}{ab} cR + p + p'$, oder

$$W = \frac{a+b}{ab} cR + \frac{cR}{a} + \frac{cR}{b} = 2\frac{a+b}{ab} cR.$$

Anmerkung. Diese Bestimmungen setzen voraus, daß der Balken AB in A nach der Richtung GA eben so stark gezogen werde, als dies vom Gewicht W nach der Richtung AG geschieht. Dasselbe gilt von dem Punkte B, wo die Kraft R im Augenblick des Zerbrechens den Balken eben so stark nach BE biegen muß, als dies von W nach BG bewirkt wird. Gibt der Punkt A oder B nach, so nähert sich die Art des Bruchs mehr den Voraus-

aussetzungen des vorigen §. und wenn man $a = b = c$ setzt, welches $W = 4R$ giebt, so wird sich W dem Werth $2R$ immer mehr nähern, je mehr die Befestigungen bei A und B nachgeben. Belidor hat wirklich durch Versuche (Ingenieur-Wissenschaft, 1. Theil, 4. Buch, 3. Kap.) $W = 3R$ gefunden, welches beweist, daß seine Befestigungen nachgegeben haben.

§. 193.

Tafel XXXVI. Fig. 131.

Wenn der Balken AE, Figur 131., in zwei Punkten B, B′ unterstützt ist, und bei G′ noch ein Gewicht W′ aufgehängt werden soll, welches auf eine ähnliche Art wie W zum Zerbrechen des Balkens beiträgt, so setze man

$$AG' = a',\ G'B' = b',\ B'G = a,\ GB = b,\ BE = c;$$

nun ist schon erwiesen, daß

$$W = 2\frac{a + b}{ab}cR$$

und ganz auf ähnliche Art findet man

$$W' = \frac{a' + b'}{a'b'}cR.$$

§. 194.

Vorausgesetzt, daß der horizontale Erddruck gegen eine vertikale Wand, Figur 132, deren Höhe $= h$ und Breite $= 1$ ist, $= \frac{1}{2}eh^2N$ (§. 162.) gefunden werde, wo e das Gewicht von einem Kubikfuß Erde bezeichnet, so liegt der Mittelpunkt des Drucks $\frac{2}{3}h$ unter der Krone oder Oberkante der Wand §. 168.)

Fig. 132.

Es sey die Höhe der Wand $AD = h$, so ist, wenn $DC = \frac{2}{3}h$, bei C der Mittelpunkt des Drucks und der gesammte Erddruck kann so angesehen werden, als wenn in C nach horizontaler Richtung eine Kraft

$$V = \frac{1}{2}eh^2N$$

gegen die Wand AE wirkte.

Wird diese Wand bei B in der Entfernung $DB = x$ nach horizontaler Richtung dem Druck der Erde entgegen gestützt, und man sucht den Erddruck auf DB und AB, so ist der Druck auf DB oder $R = \frac{1}{2}ex^2N$, und der dazu gehörige Mittelpunkt des Drucks in E, wenn $DE = \frac{2}{3}x$ ist.

Der Erddruck auf BA sey W, so ist, weil $V = R + W$,

W =

$$W = V - R = \tfrac{1}{2} eh^2 N - \tfrac{1}{2} ex^2 N, \text{ oder}$$

$$W = \tfrac{1}{2} e (h^2 - x^2) N.$$

Der Mittelpunkt des Drucks von W liege in G, so ist nach statischen Lehren

$$DC \cdot V = DE \cdot R + DG \cdot W$$

oder wenn $DG = y$ gesetzt wird

$$\tfrac{2}{3} h \cdot \tfrac{1}{2} eh^2 N = \tfrac{2}{3} x \cdot \tfrac{1}{2} ex^2 N + y \cdot \tfrac{1}{2} e (h^2 - x^2) N;$$

und man findet den Abstand DG für den Mittelpunkt des Drucks auf AB, oder

$$y = \tfrac{2}{3} \frac{h^3 - x^3}{h^2 - x^2} = \tfrac{2}{3} \frac{h^2 + hx + x^2}{h + x}.$$

§. 195.

Tafel XXXVI. Fig. 133.

Nimmt man statt der Wand AD, Figur 132., einen eingerammten Pfahl an, Figur 133., gegen welchen Füllerde von der Höhe $AD = h$ drückt und setzt voraus, daß der Punkt B durch einen Erdanker BB′ gehalten werde, so ist mit Beibehaltung der Bezeichnung im vorigen §. der Druck auf DB in E

$$R = \tfrac{1}{2} ex^2 N,$$

der Druck auf AB in G

$$W = \tfrac{1}{2} e (h^2 - x^2) N$$

und die Entfernung DG oder

$$y = \tfrac{2}{3} \frac{h^2 + hx + x^2}{h + x}$$

die Kräfte R und W streben den Pfahl zu biegen und wenn er nicht stark genug ist, muß er zerbrechen. Liegt der Anker zu niedrig, so kann ihn schon die Kraft R allein zerbrechen, und es kommt darauf an, den Anker so zu legen, oder den Punkt B so zu bestimmen, daß R und W gleiche Gewalt zum Zerbrechen des Pfahls ausüben. Wendet man daher dasjenige, was §. 192. für Balken erwiesen ist, hier auf Pfähle an, so wird erfordert, daß nach der dortigen Bezeichnung

$$W = 2 \frac{a + b}{ab} cR \text{ sey.}$$

Es ist aber

$$a + b = h - x$$

$$a = h - y$$

$$b = y - x$$

c =

$c = \frac{1}{3}$ x, daher

$$W = \frac{2}{3} \frac{x(h-x)}{(h-y)(y-x)} R$$

oder wenn für W, R und y substituirt wird, so erhält man folgende Gleichung

$$x^4 + \frac{4}{3} hx^3 + \frac{3}{2} h^2x^2 - \frac{1}{4} h^2 x - \frac{1}{2} h^4 = 0,$$

woraus man durch Näherung findet

$$DB = x = 0{,}5113\,h \text{ oder beinahe } = \frac{1}{2} h,$$

d. h. einen Erdanker an einen Bollwerkspfahl so anzubringen, daß die über dem Anker befindliche Füllerde eben so stark zum Zerbrechen des Pfahls wirke, als die unter dem Anker befindliche, muß derselbe in der Mitte von der Höhe der Füllerde befestiget seyn.

Wäre hingegen der Bollwerkspfahl bei A nicht befestigt, sondern eben so frei wie bei D, so würde erfordert, daß der Anker auf den dritten Theil der Höhe, von A an gerechnet, angebracht werden müßte, weil der Mittelpunkt des Drucks auf den dritten Theil der Höhe der Erde fällt.

§. 196.

Die Länge eines Bollwerkspfahls kann so beträchtlich seyn, daß es nothwendig wird, an denselben zwei Anker bei B und B' Figur 134. anzubringen. Sollen diese zweckmäßig vertheilt werden, so wird erfordert, daß die Erde zwischen DB' BB' und B'A gleich viel zum Zerbrechen des Pfahls beitrage; es sey daher der horizontale Druck auf DB = R, auf BB' = W, auf B'A = W'; ferner DA = h' DB = x, DB' = z, und, wenn G und G' die Mittelpunkte des Drucks von W und W' sind, DG' = y u.

Tafel XXXVI. Fig. 134.

Nach dem vorigen §. ist

$$R = \frac{1}{2} e x^2 N$$

$$W = \frac{1}{2} e (z^2 - x^2) N$$

$$y = \frac{2}{3} \frac{z^2 + zx + x^2}{z + x}$$

$$W = \frac{2}{3} \frac{x(z-x)}{(z-y) y-x)} R,$$

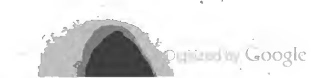
woraus man findet

$$x^4 + \frac{4}{3} zx^3 + \frac{3}{2} z^2 x^2 - \frac{1}{4} z^3 x - \frac{1}{2} z^4 = 0,$$

und hieraus erhält man durch Näherung

$$x = 0{,}5113\, z.$$

Nach



Nach §. 193. ist ferner auf eine ähnliche Art

$$W' = \frac{1}{2} e\,(h^2 - z^2)\,N$$

$$u = \frac{2}{3}\,\frac{h^2 + hz + z^2}{h + z}\,N$$

$$W' = \frac{2}{3}\,\frac{z\,(h-z)}{(h-u)\,(u-z)}\,R,$$

woraus man durch die Substitution erhält

$$2z^4 + hz^3 - 6\,(h^2 + x^2)\,z^2 + (h^3 - 6hx^2)\,z + 2h^4 = 0.$$

Nun ist $x = 0{,}5113z$ also $x^2 = 0{,}2614\,z^2$;

diesen Werth in die zuletzt gefundene Gleichung gesetzt und abgekürzt, giebt

$$z^4 - 1{,}3170\,hz^3 - 13{,}9017\,h^2z^2 + 2{,}317\,h^3\,z + 4{,}634\,h^4 = 0.$$

Hieraus findet man durch Näherung

$z = 0{,}656\,h$ oder beinahe $\frac{2}{3}h$, daher

$x = 0{,}5113 \,.\, 0{,}656\,h = 0{,}335\,h$ oder beinahe $\frac{1}{3}h$.

Es folgt hieraus, wenn zwei Anker an einen Bollwerkspfahl angebracht werden sollen, daß die Höhe des Pfahls, so weit die Füllerde dagegen steht, in drei Theile getheilt wird, und an das Ende der beiden ersten Drittel ein Anker kommt.

III. Ab.

III. Abhandlung.

Ueber das Eindringen der Rammpfähle.

§. 197.

Ein Körper, dessen Masse Q ist, befinde sich in Ruhe, während ein anderer mit der Masse P und Geschwindigkeit c gegen denselben stößt. Sind beide Körper vollkommen hart und unelastisch, so erhalten sie nach dem Stoße ein Bestreben, sich mit einer Geschwindigkeit v fort zu bewegen, und man findet (§. 44. meiner Mechanik)

$$v = \frac{cP}{P+Q}$$

Im Augenblick des Stoßes soll beiden Körpern eine beständige Kraft $R - P - Q$ entgegen wirken, so behalten sie nach Verlauf der Zeit t' nur noch eine gewisse Geschwindigkeit v' und man findet (§. 56. a. a. O.)

$$v' = v - 2gt' \frac{R-P-Q}{P+Q}$$

In der Zeit t soll die Masse zur Ruhe kommen, so wird für $t' = t$ $v' = 0$; also

$$v = 2gt \frac{R-P-Q}{P+Q} \text{ oder}$$

$$t = \frac{v}{2g} \frac{P+Q}{R-P-Q}$$

Während der Zeit t werde der Weg e durchlaufen, so ist (§. 56. a. a. O.)

$$e = vt - gt^2 \frac{R - P - Q}{P + Q}$$

und wenn der vorher für t gefundene Werth in diese Gleichung gesetzt wird

$$e = \frac{v^2}{4g} \frac{P + Q}{R - P - Q}$$

Wird ferner für v der oben gefundene Werth $\frac{cP}{P+Q}$ in die vorstehende Gleichung gesetzt, so ist

$$e = \frac{v^2}{4g} \frac{P^2}{(R - P - Q) (P + Q)}$$

und wenn h die Höhe bezeichnet, von welcher der Körper P fallen muß, um die Geschwindigkeit c zu erlangen, so ist (§. 15. a. a. O.)

$$h = \frac{c^2}{4g}, \text{ daher}$$

$$e = \frac{hP}{(R - P - Q) (P + Q)}$$

Bezeichnet nun bei einer Ramme

P das Gewicht des Rammklotzes,

h dessen Fallhöhe,

Q das Gewicht des einzurammenden Pfahls,

e die Tiefe, in welche er bei einem Schlage in die Erde eindringt,

R den Widerstand des Erdreichs, welches dem Eindringen des Pfahls entgegen wirkt,

so ist, wenn während eines Schlags der Widerstand R als unveränderlich angenommen wird, welches, wenn nur von einem Schlage die Rede ist, sehr wohl zuläßig ist, wie oben

$$e = \frac{hP^2}{(R - P - Q) (P + Q)}$$

Für einerlei P, Q und R verhalten sich daher die Tiefen, zu welchen die Pfähle eindringen, wie die Fallhöhen des Rammklotzes oder wie die Quadrate der Geschwindigkeiten desselben.

Bei den vorherigen Untersuchungen ist vorausgesetzt, daß Klotz und Pfahl unelastische Körper sind. Wären sie elastisch, so würde der Klotz nach dem Falle zurück schnellen und die Geschwindigkeit v, welche der Pfahl erhielte, wäre nach §. 45. m. M.

v



$$v = \frac{2cP}{P+Q}$$

Die in die Erde mit der Geschwindigkeit v eindringende Masse ist alsdann nur = Q, daher

$$e = \frac{v^2}{4g}\frac{Q}{R-Q}$$

oder wenn der für v gefundene Werth eingeführt wird

$$e = \frac{4c^2}{4g}\frac{P^2Q}{(R-Q)(P+Q)^2} = \frac{4hP^2Q}{(R-Q)(P+Q)^2}$$

Innerhalb dieser beiden für e gefundenen Werthe muß der wahre Werth von e liegen, weil Kloß und Pfahl nur unvollkommen elastische Körper sind. Weil sich aber in der Wirklichkeit die Rammklötze und Pfähle mehr den ganz unelastischen als den vollkommen elastischen Körpern nähern, so wird der erste Ausdruck

$$e = \frac{hP^2}{(R-P-Q)(P+Q)}$$

beibehalten werden.

In dieser Formel bezeichnet R den Widerstand, welchen die Erde dem eindringenden Pfahl entgegensetzt, oder der Pfahl kann, außer seinem Gewichte Q, noch eine Last R — Q tragen, ohne tiefer einzudringen, und nur ein größeres Gewicht als R — Q kann ein ferneres Eindringen bewirken. Aus dem letzten Ausdruck erhält man

$$R-Q = \frac{hP^2}{e(P+Q)} + P$$

Weil man aber einen Pfahl nie so stark belastet als grade zum Gleichgewicht erforderlich ist, so erhält man, wenn demselben nur der vierte Theil der Last aufgelegt wird, welche er tragen kann, diese Belastung

$$R-Q = \frac{hP^2}{4e(P+Q)} -+ \frac{1}{4}P$$

vorausgesetzt, daß der Pfahl stark genug ist, sich nicht unter der Belastung zu biegen.

Die Tiefe e, zu welcher ein Pfahl auf einen Schlag des Rammklotzes wenigstens eindringen muß, um eine Last R — Q mit Sicherheit zu tragen, ist alsdann

$$e = \frac{hP^2}{4(R-P-Q)(P+Q)}$$

Bei dem Gebrauche dieser Ausdrücke ist zu bemerken, daß P, Q, R nach einerlei Gewicht und e, h nach einerlei Längenmaaß ausgedrückt werden müssen.

Nach einer von Manger angegebenen Erfahrung (Beiträge, S. 231.) sind Pfähle mit einem 9 bis 10 Centner schweren Rammkloß bei der letzten Hitze von 20 Schlägen noch 4 bis 5 Zoll eingedrungen und hatten seit 20 Jahren jeder eine Last von 260 bis 270 Centner getragen, ohne daß man den geringsten Fehler am Bau bemerkte. Wird im Mittel $4\frac{1}{2}$ Zoll Eindringen auf 20 Schläge angenommen, so giebt dies auf jeden Schlag $e = \frac{9}{40} = 0{,}225$ Zoll. Man setze $P = 9\frac{1}{2}$, $Q = 9\frac{1}{2}$ und $R - Q = 265$ Centner; die Fallhöhe $h = 60$ Zoll, so findet man nach dem vorstehenden Ausdruck die Tiefe

$$e = \frac{60 \cdot 9{,}5^2}{4(265 - 9{,}5) \cdot 19} = 0{,}278 \text{ Zoll.}$$

Hienach hätte der Pfahl bei den letzten 20 Schlägen noch $5\frac{1}{2}$ Zoll tief eindringen können, statt daß nach der Mangerschen Erfahrung diese Tiefe 4 bis 5 Zoll betragen hat.

Herrn Baudirektor Woltmann verdankt man sehr gemeinnützige Untersuchungen über den hier abgehandelten Gegenstand, welche in seiner hierüber herausgegebenen Schrift: Ueber den Effekt des Rammens zum Eintreiben der Pfähle, enthalten sind.

Die hier vorgelegte Aufgabe ist ohne Hülfe der höhern Analysis aufgelößt und die Abweichung der Resultate von den Woltmannschen rührt daher, daß Herr Woltmann die bewegende Kraft $= -R$ setzt, statt daß sie hier $P + Q - R$ ist. Frühere Untersuchungen findet man in einer Abhandlung von Lambert: sur la fluidité du sable etc. in den Nouv. mém. de l'acad. de Berlin, Année 1772. p. 33. etc.

§. 198.

Um zu übersehen, wie die Untersuchung über das Einrammen der Pfähle mit Rücksicht auf die Tiefe, bis zu welcher der Pfahl eindringt, allgemeiner behandelt werden könnte, kann nachstehende Auseinandersetzung dienen. Weil ein jeder Pfahl mit einer langen Spitze versehen wird, so treibt er die Erde, welche ihn am Eindringen hindert, von der Seite weg, und diese verzögert durch Anpres-

pressung, Reibung und Adhäsion, welche sie gegen den Umfang des Pfahls nach seiner ganzen Länge, so weit er in der Erde steckt, ausübt, das weitere Eindringen desselben. In Erdreich, welches durchgängig gleichförmig ist, kann man daher annehmen, daß einerlei Pfahl bei einer doppelt so großen Tiefe, auch doppelt so viel Kraft erfordere, um etwas tiefer eingetrieben zu werden, als bei der einfachen Tiefe, oder daß sich für einerlei Pfähle in einerlei Boden die Lasten, welche die Pfähle tragen können, eben so wie ihre Tiefen in der Erde verhalten.

Tafel XXXVI. Fig. 135.

Mit Beibehaltung der schon angenommenen Bezeichnung sey

- l die Länge des Pfahls in der Erde $= AB$, Figur 135.,
- e die Länge, um welche er bei dem nächsten Schlage tiefer in die Erde dringt $= BD$,
- v' die Geschwindigkeit des Pfahls, wenn er nach erhaltenem Schlage den Weg $x = BC$ durchlaufen hat und in C angelangt ist,
- R' der Widerstand des Bodens auf die Länge $l + x = AC$,
- a irgend eine Tiefe AE, in welcher der Widerstand des Bodens dem Gewichte $P + Q$ gleich ist.

Nach dem Vorhergehenden verhält sich

$$a : l + x = P + Q : R' \text{ also ist } \frac{R'}{P+Q} + \frac{l+x}{a}.$$

Befindet sich der Pfahl mit seiner Spitze in C, so ist die bewegende Kraft $= P + Q - R'$, die bewegte Masse $= P + Q$, also die beschleunigende Kraft

$$\frac{P+Q-R'}{P+Q} = 1 - \frac{R'}{P+Q} = 1 - \frac{l+x}{a}.$$

Nach §. 38. meiner Mechanik (III.) ist aber

$$2\,v'\,dv' = 4g\left(1 - \frac{l+x}{a}\right)dx$$

dies integrirt giebt

$$\frac{av'\,v'}{4g} = (a-l)\,x - \tfrac{1}{2}x^2 + \text{Const.}$$

Für $x = 0$ wird $v' = v$, also Const $= \frac{av^2}{4g}$, daher

$$\frac{av'\,v'}{4g} = (a-l)\,x - \tfrac{1}{2}x^2 = \frac{av^2}{4g}.$$

Für

Für $v' = 0$ wird $x = e$, also

$$0 = (a - l)\, e - \tfrac{1}{2} e^2 + \frac{av^2}{4g}$$

oder weil nach dem vorigen §., $\frac{v^2}{4g} = \frac{hP^2}{(P+Q)^2}$ ist

$$\text{(I.)} \quad e^2 + 2\,(l - a)\, e = \frac{2ahP^2}{(P+Q)^2}.$$

Hieraus findet man

$$\text{(II.)} \quad e = a - l + \sqrt{\left[(a-l)^2 + \frac{2ahP^2}{(P+Q)^2}\right]}$$

oder wenn $\frac{2ahP^2}{(P+Q)^2} = A$ gesetzt wird

$$e = a - l + \sqrt{[(a-l)^2 + A]}.$$

Ist nun e' die Tiefe, zu welcher der Pfahl nach dem allerersten Schlag in die Erde eindringt, vorausgesetzt, daß er sich schon um die Tiefe a in der Erde befinde, so ist hier $a = l$, also

$$e' = \sqrt{A}.$$

Wird die Tiefe des Eindringens beim zweiten, dritten .... Schlage, mit e'', e''' ... und bei dem nten, mit e^N bezeichnet, so erhält man, weil für den zweiten Schlag $l = a + \sqrt{A}$ ist,

$$e'' = \sqrt{2A} - \sqrt{A},$$

für den dritten

$$e''' = \sqrt{3A} - \sqrt{2A} \text{ u. s. w.}$$

und endlich für den nten Schlag

$$e^N = \sqrt{nA} - \sqrt{[(n-1)A]}.$$

Die Länge des Pfahls in der Erde, wenn a nicht mitgerechnet wird, ist daher
nach dem ersten Schlage $= e'$ oder $\sqrt{A}$
nach dem zweiten Schlage $= e' + e''$ oder $\sqrt{2A}$
nach dem dritten Schlage $= e' + e'' + e'''$ oder $\sqrt{3A}$
und überhaupt nach dem nten Schlage $= \sqrt{nA}$.

Hieraus folgt, daß sich bei einem gleichartigen Boden unter übrigens gleichen Umständen, die Tiefen, zu welchen die Pfähle eindringen, wie die Quadratwurzeln aus der Anzahl Schläge verhalten.

Hätte

Hätte ein Pfahl nach n Schlägen die Tiefe L erreicht, so findet man

$$L = a + \sqrt{nA} = a + \frac{P}{P+Q} \sqrt{(2nah)}.$$

§. 199.

In der Tiefe α sey der Widerstand der Erde dem Gewichte des Pfahls Q gleich, so verhält sich

$$a : \alpha = P + Q : Q, \text{ daher ist } a = \frac{\alpha(P+Q)}{Q}$$

Aus der letzten Gleichung des vorigen §. erhält man

$$(L-a)^2 = \frac{2nahP^2}{(P+Q)^2},$$

wird in diese Gleichung der für a gefundene Werth gesetzt, so findet man die Anzahl der Schläge, welche erfordert wird, damit der Pfahl bis zur Tiefe L eindringe,

$$n = \frac{P+Q}{2\alpha hP^2 Q}\Big[(L-\alpha)Q - \alpha P\Big]^2.$$

Eine Ramme leistet offenbar die größte Wirkung, wenn zum Einrammen eines bestimmten Pfahls die wenigsten Menschen in der kürzesten Zeit erfordert werden, oder wenn das Produkt aus der Anzahl der Arbeiter mit der Zeit, welche nöthig ist, den Pfahl einzuschlagen, ein Kleinstes wird. Die Zahl der Arbeiter richtet sich nach dem Gewichte des Rammklotzes P, etwa auf jeden Centner 3 Mann; es ist also die Zahl der Arbeiter dem Gewichte P proportional. Die Zeit, welche zum Einrammen nöthig ist, hängt von der Anzahl der Schläge n ab, welche der Pfahl erhalten muß, um zur erforderlichen Tiefe einzudringen. Es ist daher die Ramme am vortheilhaftesten angeordnet, wenn das Produkt nP, welches dem Produkte aus der Zeit in die Mannschaft proportional ist, oder wenn

$$nP = \frac{P+Q}{2\alpha hPQ}\Big[(L-\alpha)Q - \alpha P\Big]^2$$

den kleinst möglichen Werth erhält. Nun sind a, h, L, Q gegebene oder beständige Größen und nur durch die Veränderung des Gewichts P vom Rammklotze, kann der Zweck erreicht werden, weshalb nach den gewöhnlichen Lehren vom Größten und Kleinsten P aus der obigen Gleichung bestimmt werden muß. Es ist

$$\frac{d[nP]}{dP}$$

$$\frac{d[nP]}{dP} = \frac{1}{2\alpha hQ}\left[2\alpha^2 P - (2L - 3\alpha)\alpha Q - \frac{(L-\alpha)^2 Q^3}{P^2}\right]$$

$$\frac{d^2[nP]}{dP^2} = \frac{1}{\alpha hQ}\left[\alpha^2 + \frac{(L-\alpha)^2 Q^3}{P^3}\right]$$

Wird $\frac{d[nP]}{dP} = 0$ gesetzt, so erhält man die Gleichung

$$P^3 - \frac{2L - 3\alpha}{2\alpha} QP^2 - \frac{(L-\alpha)^2}{2\alpha^2} Q^3 = 0$$

und daraus für P folgende drei Werthe

$$P = \frac{L-\alpha}{\alpha} Q$$

$$= -\tfrac{1}{4}Q + \tfrac{1}{4}Q\sqrt{\left[\frac{9\alpha - 8L}{\alpha}\right]}$$

$$= -\tfrac{1}{4}Q - \tfrac{1}{4}Q\sqrt{\left[\frac{9\alpha - 8L}{\alpha}\right]}$$

wovon die beiden letzten imaginair sind, weil jedesmal L viel größer als α ist. Wird der reelle Werth für P in die zweite Differenzialgleichung gesetzt, so entstehet ein positiver Ausdruck, daher wird in dem Fall, wenn das Gewicht des Rammklotzes

$$P = \frac{L-\alpha}{\alpha} Q$$

angenommen wird, das Product nP ein Kleinstes und deshalb die Ramme die vortheilhafteste Einrichtung erhalten, wenn P diesem Ausdruck gemäß bestimmt wird. Nun ist aber L oder die Tiefe, bis zu welcher der Pfahl eingeschlagen wird, sehr vielmal größer als die Tiefe α, zu welcher sich der Pfahl durch sein eigenes Gewicht in das Erdreich eindrücken wird, es folgt also hieraus, das die Ramme desto vortheilhafter eingerichtet ist, wenn der Rammkloz so schwer angenommen wird, als es die übrigen Umstände zulassen.

Nach Lamberts Untersuchungen (p 50. a. a. O.) erhält die Ramme die vortheilhafteste Einrichtung, wenn das Gewicht des Klotzes dem Gewichte des Pfahls gleich ist.

§. 200.

Für die Tiefe $l + e$ sey der Widerstand der Erde oder das Gewicht, welches der Pfahl tragen kann $= R$, so verhält sich §. 198.

a:

$$a : 1 + e = P + Q : R \text{ also } a = \frac{P + Q}{R}(1 + e)$$

Wird dieser Werth für a in die Gleichung (J) §. 198. gesetzt, so erhält man nach gehöriger Abkürzung

$$e \frac{1 + \frac{1}{2}e}{1 + e}(P + Q)\, R = e\, (P + Q)^2 + hP^2;$$

wird alsdann der Bruch $\frac{1 + \frac{1}{2}e}{1 + e} = 1$ gesetzt, so erhält man

$$e\,(P + Q)\, R = e\, (P + Q)^2 + hP^2,$$

und daraus wie §. 197.

$$e = \frac{hP^2}{(P + Q)(R - P - Q)}$$

oder man findet mit Bezug auf die Bemerkung §. 197. die Tiefe, zu welcher ein Pfahl auf den letzten Schlag des Rammklotzes eindringen muß, um eine Last R — Q mit Sicherheit zu tragen.

$$e = \frac{hP^2}{4(P + Q)(R - P - Q)}.$$

Mit Hülfe dieses Ausdrucks sind nachstehende Tafeln berechnet worden, welche dazu dienen, aus der Tiefe, zu welcher der Pfahl bei einem bestimmten Rammklotze während der letzten Hitze in die Erde gedrungen ist, die Last zu beurtheilen, welche derselbe mit Sicherheit tragen kann.

Last, welche der Pfahl tragen kann. (R — Q)	Gewicht des Rammklotzes (P)								
	6 Centner			8 Centner			10 Centner		
	Gewicht des Pfahls (Q)			Gewicht des Pfahls (Q)			Gewicht des Pfahls (Q)		
	4 Centn.	8 Centn.	12 Centn.	4 Centn.	8 Centn.	12 Centn.	4 Centn.	8 Centn.	12 Centn.
Centner.	Wie viel Zoll der Pfahl auf 20 Schläge eindringen muß, um die Last zu tragen (20 e)								
50	24,5	17,5	13,6	38,1	28,5	22,8	53,6	41,7	34,1
100	11,5	8,2	6,3	17,4	13,0	10,4	23,8	18,5	15,2
150	7,5	5,3	4,2	11,2	8,4	6,7	15,3	11,9	9,7
200	5,6	3,9	3,1	8,3	6,2	5,0	11,3	8,7	7,2
250	4,4	3,1	2,4	6,6	4,9	3,9	8,9	6,9	5,7
300	3,7	2,6	2,0	5,5	4,1	3,3	7,4	5,7	4,7
350	3,1	2,2	1,7	4,9	3,5	2,8	6,3	4,9	4,0
400	2,8	1,9	1,5	4,1	3,1	2,4	5,5	4,2	3,5
450	2,4	1,7	1,3	3,6	2,7	2,2	4,9	3,8	3,1
500	2,2	1,6	1,2	3,2	2,4	,0	4,4	3,4	2,8

Last, welche der Pfahl tragen kann. (R — Q)	Gewicht des Rammklotzes (P)								
	12 Centner			15 Centner			18 Centner		
	Gewicht des Pfahls (Q)			Gewicht des Pfahls (Q)			Gewicht des Pfahls (Q)		
	6 Centn.	12 Centn.	18 Centn.	6 Centn.	12 Centn	18 Centn	6 Centn	12 Centn.	18 Centn.
Centner	Wie viel Zoll der Pfahl auf 20 Schläge eindringen muß, um die Last zu tragen (20 e)								
100	27,2	20,4	16,3	37,8	29,4	24,1	49,4	39,5	32,9
150	17,4	13,0	10,4	23,8	18,5	15,1	30,7	24,6	20,4
200	12,8	9,6	7,6	17,4	13,5	11,1	22,2	17,9	14,8
250	10,1	7,5	6,1	13,7	10,6	8,7	17,4	13,9	11,6
300	8,3	6,3	5,0	11,3	8,7	7,2	14,4	11,5	9,6
350	7,1	5,3	4,2	9,6	7,4	6,1	12,2	9,7	8,1
400	6,2	4,7	3,7	8,3	6,5	5,3	10,6	8,5	7,1
450	5,5	4,1	3,3	7,4	5,9	4,7	9,3	7,5	6,2
500	4,9	3,7	2,9	6,6	5,1	4,2	8,4	6,7	5,6
550	4,4	3,3	2,7	6,0	4,6	3,8	7,6	6,1	5,1
600	4,1	3,1	2,4	5,5	4,2	3,5	6,9	5,6	4,6

Fort-

Fortsetzung des Verzeichnisses von den angeführten Schriften.

Belidor, Ingenieur-Wissenschaft bei auszuführenden Festungswerken und bürgerlichen Gebäuden. A. d. Franz. übersetzt. Erster Theil (mit 36 K.) Nürnberg, 1757. 4.

Bossut's und Viallet's Untersuchung über die beste Construction der Deiche. A. d. Franz. übers. v. C. Krönke. m. 7 K. Frankf. a. M. 1798. 4.

C. L. *Brunings*, Verhandeling over de zydelingsche drukking der Aarde, en de hiernaar te regelen afmetingen der Muuren. (1803.)

Coulomb, Essai sur une application des règles de Maximis et Minimis à quelques Problèmes de statique, relatifs à l'Architecture. — Mémoires de mathématique et de physique, présentés à l'acad. de Paris. Année 1773. à Paris 1776. 4. pag. 343—382.

Couplet, de la poussée des terres contre leurs revestemens, et la force des revestemens qu'on leur doit opposer. — Mem. de l'acad. de Paris, Année 1726. p. 147—233. et Année 1727. p. 200—260. Eine deutsche Uebersetzung befindet sich in Böhms Magazin für Ingen. und Artiller. fortges. von Hauf. 12r Bd. Frankfurt 1795. S. 60—126. 8.

J. C. Eiselen, Ausführliche Abhandlung insonderheit über das Kalkbrennen mit Torf. mit 3 Kupf. Berlin, 1793. 8.

J. R. Forster, auf Vernunft und Erfahrung gegründete Anleitung, den Kalk und Mörtel so zu bereiten, daß die damit aufzuführenden Gebäude ungleich dauerhafter sind, auch im Ganzen genommen weniger Kalk verbraucht werde. Berlin, 1782. 8.

Faujas de Saint Fond, Recherches sur la Pouzolane, sur la theorie de la chaux et sur la cause de la dureté du mortiere; à Grenoble et Paris 1778.

— — — Von der Puzzolane, und deren nützlichem Gebrauche zu allerhand Arten von Bau-Anlagen. A. d. Franz. übers. von A. T. von Gersdorf, mit 3 K. Dresden 1784. 8.

N. *Fuss*, Examen théorétique des revêtemens à dos incliné et des revêtemens à assises inclinées, posés par quelques auteurs de fortification. — Nova Acta acad. scient. Imp. Petropolitanae. Tomus XIII. Petrop. 1802. p. 80—100. 4.

D. Gilly, Handbuch der Landbaukunst, zwei Theile m. K. Neue Aufl. Berlin, 1798. 4.

K. P. v. d. Hagen, Beschreibung der Kalkbrüche bei Rüdersdorf. Berlin, 1785. 4.

J. G. Hoffmann, Die Hauszimmerkunst, mit 23 K. Königsberg 1802. 8.

F. Kinsky, (des Grafen) Abhandlung vom Druck der Erde auf Futtermauern. Nebst einem Anhang vom Abrollen der Erde, vom Hrn. Hauptm. v. Zach. m. 10 K. W. Neustadt 1788. 8.

Lambert sur la fluidité du sable, de la terre et d'autres corps mous. In den Nouv. Memoires de l'acad. de Berlin. Année 1772. p. 33—64.

Gesammelte Nachrichten von dem Verfahren der Holländer, wenn sie wasserdichtes Mauerwerk machen. In zwei Sendschreiben, m. 2 K. Dresden und Leipzig 1774. 8.

(Silberschlag) Abhandlung vom Wasserbau an Strömen (m. 13 K.) Leipzig, 1756. 8.

J. E. Silberschlag, Ausführliche Abhandlung der Hydrotechnik oder des Wasserbaues. Erster Theil, m. 16 K. Leipzig, 1772. Zweiter Theil m. 14 K. 1773. 8.

Simon, über die Natur des Kalksteins, in den Samml. verm. Nachr. u. Aufsätze die Baukunst betr. Jahrg. 1799. 2r Bd. S. 96—112. Jahrg. 1800. 1 Bd. S. 53—78.

Der Terrassierer, oder die Kunst Terrassen und andere abgedachte Erdwände mit Erde, Rasen und mit trocknem Mauerwerke zu bekleiden. m. 3 K. Weimar 1803. 4.

Gesammelte Nachrichten von dem in den vereinigten Niederländischen Provinzen gebräuchlichen Cemente aus Trasse, oder gemahlnen Cöllnschen und Andernachschen Tuffsteine. In dreien Sendschreiben. Dresden und Leipzig, 1773. 8.

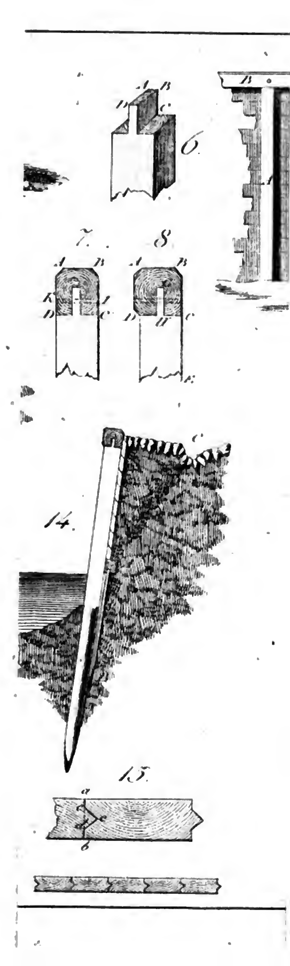
Wiebeking, Allgemeine auf Geschichte und Erfahrung gegründete theoretisch-praktische Wasserbaukunst. 3r Band m. 17 K. Darmstadt, 1801. 4.

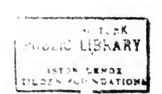
R. Woltmann, Beiträge zur hydraulischen Architektur. Dritter Band mit 4 Kupf. Göttingen, 1794. Vierter Band, m. 5 K. 1799. 8.

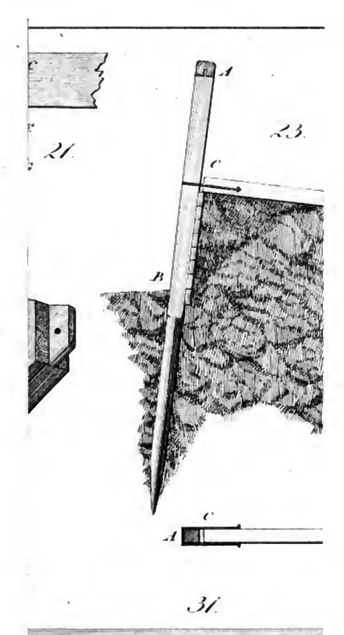
R. *Woltmann*, Recherches théoriques et expérimentales sur l'effet des machines et outils, dont on se sert pour produire des mouvemens instantanés; principalement sur l'effet du mouton pour l'enfoncement des pieux. Avec une traduction allemande et 5 figures. à Goettingue 1804. 8.

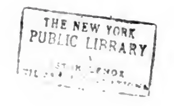
N. *Ypey*, Verhandeling over de Profilen der Muuren. — Verhandelingen der Haarlemsche Maatschappy 6 D. 2 St. p. 516—542. 8. Eine deutsche Uebersetzung befindet sich in Böhms Magazin für Ingenieure und Artilleristen, 4r Bd. Gießen, 1778. S. 93—118. 8.

G. L. Ziegler, Beantwortung der vom K. Preuß. General-Directorio ausgesetzten Preisfrage über die Ursachen der Festigkeit alter römischer und gothischer Gebäude und die Mittel, gleiche Dauerhaftigkeit bei neuen Mauerwerken zu erhalten. Berlin, 1776. 4.

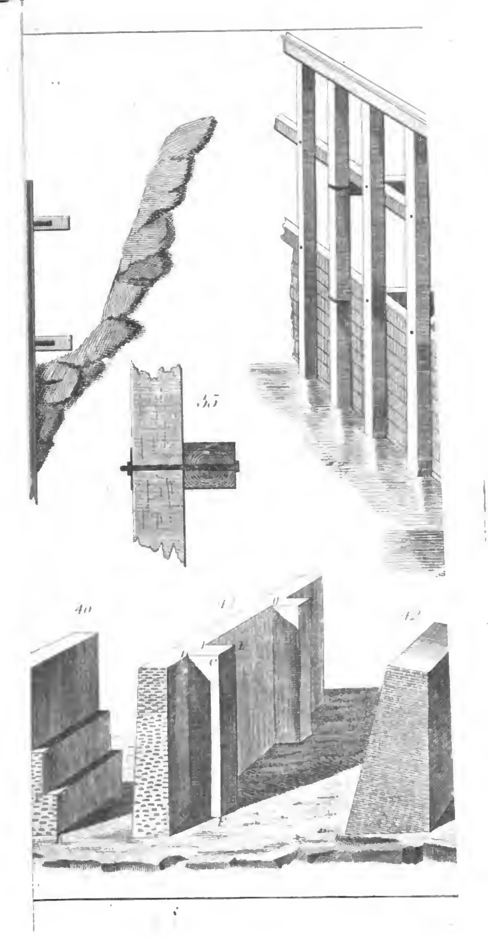

6.
7.
8.
14.
15.

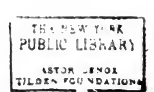

LIBRARY


21.
23.
A
C
B
A
C




31.
A
A





48

49

50

H

F

D

B

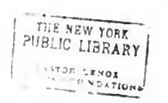
59

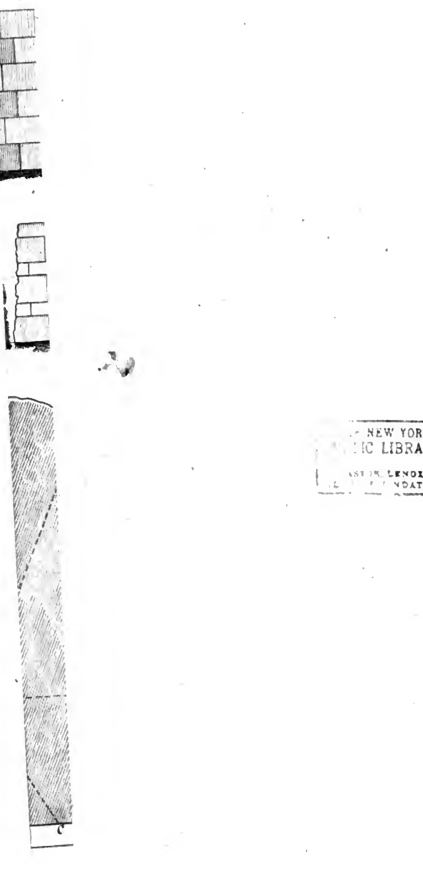
60

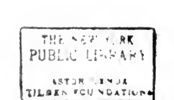
A

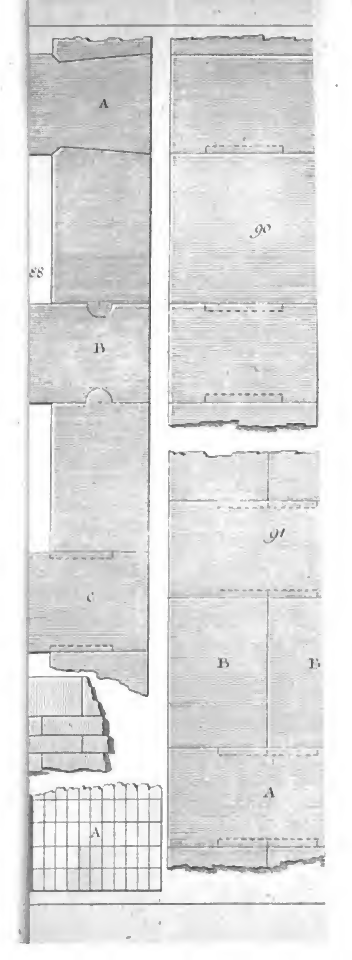
60

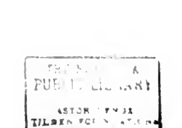
B






PUBLIC


A
90
88
B
91
C
B
B
A
A



110.

M'

M'

G

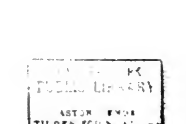
B

H

C

I

106.



128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 126.


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR LENOX
TILDEN FOUNDATIONS

